



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

IMPACTO DO RUÍDO NO DESEMPENHO COGNITIVO

Soraia Ferreira Páscoa

Orientador: Mestre Joana Cristina Cardoso Guedes (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Coorientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Professor Doutor Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes (Universidade do Minho)

Presidente do Júri: Professora Doutora Renata Maria Gomes dos Santos (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2015



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telephone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Não poderia deixar de expressar aqui o meu sincero reconhecimento e gratidão a todos aqueles que contribuíram para a concretização deste projeto.

À minha orientadora, Mestre Joana Guedes pelas opiniões construtivas e pertinências científicas, pela disponibilida, interesse e valorização deste trabalho, pelo incentivo e confiança. Um sincero obrigado pelas horas cedidas.

Ao Professor Doutor João Santos Baptista pela boa disposição, orientação, disponibilidade e interesse demonstrado por este trabalho.

À Mestre Célia Ferreira pela simpatia, orientação e ajuda prestada no laboratório.

Ao MESHO e ao Laboratório PROA, pela oportunidade concedida e pelos meios disponibilizados.

Aos meus pais e ao meu avô, pela educação e disciplina, pelos sacrifícios ao longo de todos estes anos, pela forma como inculcaram em mim a confiança necessária para lutar e concretizar os “nossos” objetivos e pela orientação nos momentos de incerteza.

Ao meu namorado pelo companheirismo, incentivo, confiança e compreensão.

Às estimadas amigas, pela amizade, paciência e apoio incondicional. Um especial obrigado à Raquel Martins pela solidariedade e encorajamento.

À minha “chefe” Teresa Silva, um muito obrigado pela compreensão das ausências nas fases mais críticas deste percurso e pelo apoio demonstrado.

Aos voluntários, sem os quais a realização da parte prática não seria possível; a vossa disponibilidade, paciência, cooperação e compreensão foram essenciais.

A todos,

O meu sincero e profundo agradecimento.

RESUMO

Desde há muito tempo que se reconhece o ruído como um fator de risco ocupacional e muito se tem investigado sobre a sua influência na saúde e na segurança. Além dos efeitos fisiológicos já conhecidos, o ruído tem um impacto significativo no comportamento (nervosismo, irritabilidade, ansiedade, agressividade, intolerância), no desempenho do trabalho (falta de atenção, perda de eficácia e fadiga), na comunicação, no descanso e no lazer. No entanto, estas alterações não dependem apenas do nível de pressão sonora, mas também do tipo de ruído e de características individuais dos indivíduos.

Com este estudo piloto pretendeu-se avaliar a influência do ruído no desempenho cognitivo, considerando o sexo e a sensibilidade individual ao ruído. Submeteram-se os voluntários (N=38) a 3 ensaios de cerca de 10 minutos, onde realizaram a tarefa cognitiva (Teste Go-NoGo da bateria de testes PEBL) sujeitos a 3 condições diferentes de ruído branco: 60 dB(A), 75 dB(A) e 85 dB(A), registadas pelo sonómetro. Os ensaios decorreram em dias diferentes (mínimo de 24h00 de diferença) no interior da câmara climática (não anecoica) a fim de se conseguir controlar outros agentes que possam interferir no desempenho cognitivo. Aplicou-se ainda um questionário de sensação térmica que permite averiguar o modo subjetivo como os voluntários percecionam o ambiente térmico no interior da câmara climática, e o questionário de sensibilidade individual ao ruído (WNS) que permitiu distinguir quais os voluntários sensíveis ao ruído (SR) e não sensíveis ao ruído (NSR).

Relativamente à sensibilidade ao ruído em geral, é maior a percentagem de voluntários do sexo feminino (SF) que se consideram SR, enquanto a maior percentagem de voluntários do sexo masculino (SM) considera-se NSR.

Da análise à percentagem média de erros efetuados na tarefa Go-NoGo verifica-se que a exposição a 75 dB(A) foi a condição que de uma forma geral melhorou o desempenho cognitivo dos voluntários. A pior condição não é inequivocamente a 85 dB(A), visto que a 60 dB(A) também se verificou uma percentagem de erros elevados no entanto, estas diferenças não são estatisticamente significativas ($p > 0,05$) à exceção da percentagem média de erros “P” na ronda 1 (Go) onde se verifica que a exposição a 60 dB(A) é significativamente diferente da exposição a 85 dB(A). Comparativamente, os SR cometem mais erros que os NSR, no entanto estas diferenças apenas são estatisticamente significativas ($p < 0,05$) no que respeita aos erros “P” na ronda 2 (NoGo) a 85 dB(A), podendo-se concluir que níveis mais elevados de ruído afetam negativamente indivíduos SR tornando-os mais impulsivos.

Entre sexos verifica-se que na generalidade o SM comete mais erros que o SF, verificando-se que o SM comete especificamente mais erros de impulsividade (NoGo) que o SF, verificando-se diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) na ronda 2 a 75 dB(A) e a 85 dB(A).

Relativamente ao tempo de reação verifica-se que o nível mais elevado de ruído diminui significativamente ($p < 0,05$) o tempo de reação a estímulos “Go” na ronda 1 e na ronda 2. Comparativamente entre NSR e SR verifica-se que estes últimos demoram mais tempo a reagir a estímulos “NoGo”, enquanto os NSR demoram mais tempo a reagir a estímulos “Go”. Entre sexos, o SM demora mais tempo a reagir a estímulos “NoGo” enquanto que o SF demora mais tempo a reagir a estímulos “Go”.

A condição onde simultaneamente se verifica uma diminuição do tempo de reação e dos erros cometidos que uma forma geral é a condição a 75 dB(A), concluindo-se que uma exposição a ruído branco de 75 dB(A), durante cerca de 10 minutos, aumenta o desempenho dos indivíduos na realização de uma tarefa Go-NoGo, de reação a estímulos.

Palavras-chave: ruído, ruído branco, desempenho cognitivo, tarefa Go-NoGo, sensibilidade.

ABSTRACT

For a long time noise has been recognized as an occupational risk factor and much has been investigated for its influence on health and safety. In addition to the physiological effects already known, noise has a significant impact on behavior (restlessness, irritability, anxiety, aggression, intolerance), in work performance (lack of attention, loss of efficiency and fatigue), on communication, rest and recreation. However, these changes do not depend only on the sound pressure level, but also on the type of noise and individual characteristics of subjects.

This pilot study was intended to evaluate the influence of noise on cognitive performance, considering gender and individual sensitivity to noise. Volunteers (N = 38) were subjected to 3 trials of about 10 minutes each, while performed the cognitive task (Go-NoGo Test of the various PEBL tests) subjected to 3 different white noise conditions: 60 dB(A), 75 dB(A) and 85 dB(A), which was recorded by the sound level meter.

The tests took place on different days (with a minimum of 24 hours apart) within the climate chamber (not anechoic) in order to be able to control other agents which can interfere with cognitive performance. It was applied a thermal sensation questionnaire which allowed the subjective measure of volunteers' perceptions of the thermal environment inside the climate chamber, and an individual sensitivity questionnaire to noise (WNS) which allowed to distinguish which volunteers were sensitive to noise (SR) and those who were not sensitive to noise (NSR).

Concerning the noise sensitivity in general, there is a greater percentage of female volunteers (SF) who are considered SR, while the larger percentage of males (SM) is considered NSR.

From the analysis of the average percentage of errors made in the Go-NoGo task it was found that exposure to the 75 dB(A) condition generally improved the cognitive performance of volunteers. The worst condition was not unequivocally 85 dB(A), since the 60 dB(A) condition also had a high percentage of errors. However, these differences are not statistically significant ($p > 0.05$), except for the average percentage of errors "P" (Go) in round 1 where exposure to 60 dB(A) is significantly different from exposure to 85 dB(A). By comparison, the SR committed more errors than the NSR, however these differences are only statistically significant ($p < 0.05$) in respect to errors "P" in round 2 (NoGo) to 85 dB(A), which can be concluded that higher levels of noise negatively affect individuals SR, making them more impulsive.

Among gender it is found that generally SM make more mistakes than SF, further confirming that SM specifically commits more impulsivity errors (NoGo) than SF, with statistically significant differences ($p < 0.05$) in round 2 at 75 dB(A) and 85 dB(A).

Regarding the reaction time, it is shown that the highest noise level significantly decreased ($p < 0.05$) the reaction time to stimuli "Go" in round 1 and round 2. In comparison between NSR and SR, it is apparent that SR take longer to react to stimuli "NoGo", while NSR take longer to react to stimuli "Go". Between gender, SM takes longer to react to stimuli "NoGo" while SF takes longer to react to stimuli "Go".

Generally, the condition where simultaneously there is a reduction in the reaction time and errors committed is the condition 75 dB(A), concluding that exposure to white noise at 75 dB(A), for about 10 minutes, increases the performance of individuals in conducting a Go-NoGo task, of reaction to stimuli.

Keywords: noise, white noise, cognitive performance, Go-NoGo task, sensitivity.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	ESTADO DA ARTE	5
	2.1 Conhecimento Científico.....	5
	2.1.1 Processo de seleção de artigos	5
	2.2 Noções Básicas e Conhecimento Técnico.....	8
	2.2.1 O Som: conceito e características.....	8
	2.2.2 O Ruído	11
	2.2.3 Efeitos do Ruído no Homem.....	13
	2.2.4 Sensibilidade Individual ao Ruído	16
	2.2.5 Enquadramento Legal e Normativo	16
3	OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS	19
	3.1 Objetivos da Dissertação.....	19
	3.2 Materiais e Métodos	19
	3.2.1 Envolvente/ Contexto.....	20
	3.2.2 Seleção e caracterização da amostra	21
	3.2.3 Equipamentos utilizados	22
	3.2.4 Instrumentos utilizados	24
	3.2.5 Tratamento estatístico dos dados.....	28
	3.2.6 Procedimento dos ensaios	28
4	RESULTADOS: Análise e discussão.....	31
	4.1 Questionário de Sensação Térmica e Sintomatologia	31
	4.2 Questionário de Sensibilidade Individual ao Ruído	36
	4.3 Tarefa Cognitiva – Teste Go-NoGo	37
	4.3.1 Percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora	38
	4.3.2 Percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre SR e NSR.....	43
	4.3.3 Percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre sexo	48
	4.3.4 Tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora.....	53
	4.3.5 Tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre SR e NSR	58
	4.3.6 Tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre sexos.....	62
	4.3.7 Resultados do tratamento estatístico	65
	4.3.8 Evolução da percentagem de erros no decorrer dos ensaios	67
5	CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS	73
	5.1 Conclusões	73
	5.2 Perspetivas futuras	75
6	BIBLIOGRAFIA	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Curva de sensibilidade do ouvido humano. Fonte: Branco, 2013.	9
Figura 2: Escala de pressão sonora (Pa) / Nível de pressão sonora (dB). Fonte: Branco, 2013. ..	11
Figura 3: Perceção do ruído. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente ²	12
Figura 4: Esquema global da metodologia definida.	20
Figura 5: Câmara climática utilizada nos ensaios.	23
Figura 6: Representação de um ensaio.	23
Figura 7: Fluxograma explicativo dos estímulos da tarefa Go-NoGo.	26
Figura 8: Imagem representativa do teste Go-NoGo.	26

ÍNDICE DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Valores limite e de ação superior e inferior de exposição.....	17
Tabela 2: Caracterização da amostra relativamente à idade.	21
Tabela 3: Equipamentos e materiais utilizados.	22
Tabela 4: Estatística descritiva dos resultados do questionário da WNS obtidos pelos sujeitos (N=38).	36
Tabela 5: Valores de prova entre diferenças na percentagem de erros nos 3 níveis de exposição sonora.	65
Tabela 6: Valores de prova entre diferenças no tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora.	66
Tabela 7: Valores de prova entre diferenças na percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora entre SR vs NSR e SM vs SF.....	66
Tabela 8: Valores de prova entre diferenças no tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora entre SR vs NSR e SM vs SF.....	66

Gráfico 1: Distribuição da amostra em função do sexo.	21
Gráfico 2: Sensação térmica percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).	31
Gráfico 3: Sensação térmica percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).	31
Gráfico 4: Sensação térmica percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).	32
Gráfico 5: Sensação térmica percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).	32
Gráfico 6: Sensação térmica percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).	33
Gráfico 7: Sensação térmica percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).	33
Gráfico 8: Sintomatologia percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).	33
Gráfico 9: Sintomatologia percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).	34
Gráfico 10: Sintomatologia percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).	34
Gráfico 11: Sintomatologia percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).	35
Gráfico 12: Sintomatologia percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).	35
Gráfico 13: Sintomatologia percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).	35
Gráfico 14: Distribuição da amostra em função da sensibilidade individual ao ruído.	37
Gráfico 15: Distribuição dos SR e NSR em função do sexo.	37
Gráfico 16: Percentagem média de erros no total do teste nos 3 níveis de exposição sonora.	38
Gráfico 17: Percentagem média de erros na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	39
Gráfico 18: Percentagem média de erros "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	39
Gráfico 19: Percentagem média de erros "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	40
Gráfico 20: Percentagem média de erros na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.	41
Gráfico 21: Percentagem média de erros "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.	41
Gráfico 22: Percentagem média de erros "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.	42
Gráfico 23: Comparação da percentagem média de erros no total do teste entre SR e NSR.	43
Gráfico 24: Comparação da percentagem média de erros na ronda 1 entre SR e NSR.	44
Gráfico 25: Comparação da percentagem média de erros "P" na ronda 1 entre SR e NSR.	45
Gráfico 26: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 1 entre SR e NSR.	45
Gráfico 27: Comparação da percentagem média de erros na ronda 2 entre SR e NSR.	46
Gráfico 28: Comparação da percentagem média de erros "P" na ronda 2 entre SR e NSR.	47
Gráfico 29: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 2 entre SR e NSR.	48
Gráfico 30: Comparação da percentagem média de erros no total do teste entre SM e SF.	49
Gráfico 31: Comparação da percentagem média de erros na ronda 1 entre SM e SF.	49
Gráfico 32: Comparação da percentagem média de erros "P" na ronda 1 entre SM e SF.	50
Gráfico 33: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 1 entre SM e SF.	51
Gráfico 34: Comparação da percentagem média de erros na ronda 2 entre SM e SF.	51
Gráfico 35: Comparação da percentagem média de erros "P" na ronda 2 entre SM e SF.	52
Gráfico 36: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 2 entre SM e SF.	53
Gráfico 37: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	54
Gráfico 38: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	54
Gráfico 39: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	55

Gráfico 40: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.	56
Gráfico 41: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora..	56
Gráfico 42: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora..	57
Gráfico 43: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.	58
Gráfico 44: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.	58
Gráfico 45: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR	59
Gráfico 46: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR	60
Gráfico 47: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR	60
Gráfico 48: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR	61
Gráfico 49: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.....	62
Gráfico 50: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.....	63
Gráfico 51: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.....	63
Gráfico 52: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.....	64
Gráfico 53: Evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).	67
Gráfico 54: Evolução da percentagem média, máxima e mínima de erros - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).	68
Gráfico 55: Evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).	68
Gráfico 56: Evolução da percentagem média, máxima e mínima de erros - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).	69
Gráfico 57: Evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).....	69
Gráfico 58: Evolução da percentagem média, máxima e mínima de erros - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).	70
Gráfico 59: Comparação entre os 3 níveis de exposição sonora da evolução da percentagem média de erros.	70
Gráfico 60: Comparação entre os 3 níveis de exposição sonora da evolução da percentagem dos DP dos erros.	71

GLOSSÁRIO/SIGLAS/ABREVIATURAS

ACGIH – American Conference of Governmental Industrial Hygienists

AIHA – American Industrial Hygiene Association

dB – Décibel

dB(A) – Décibel com ponderação do filtro A

Dp - Desvio-padrão Hz - Hertz

INRS – Institut National de Recherche et de Sécurité

L_{Aeq} - Nível Sonoro Contínuo Equivalente Ponderado A

L_{Cpico} - Valor Máximo de Pressão Sonora Ponderado C

$L_{EX,8h}$ - Nível de Exposição Diária para um Dia de Trabalho Nominal de 8 horas

L_P - Nível de Pressão Sonora

L_{Pico} - Valor Máximo de Pressão Sonora

M - Média

Máx - Máximo

Min – Mínimo

MS - Milissegundo

NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health

NP - Norma Portuguesa

NSR – Não sensível ao ruído

OIT – Organização Internacional do Trabalho

OMS – Organização Mundial de Saúde

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

OSHA:EU – Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho

SF – Sexo Feminino

SM – Sexo Masculino

SR – Sensível ao ruído

WNS - Weinstein's Noise Scale

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

A exposição ocupacional ao ruído tem sido largamente estudada ao longo dos anos, não sendo igualmente um risco exclusivo dos nossos tempos. Terá sido em plena revolução industrial, e de modo particular com a invenção da máquina a vapor que se passou a olhar o ruído como um fator de risco ocupacional, apesar de ainda antes da revolução industrial, os profissionais já se encontrarem expostos a ruídos perigosos nos seus ambientes de trabalho, embora com menor incidência (Arezes, 2002).

O ruído pode ser definido como um som desagradável e suscetível de provocar danos na saúde dos indivíduos e devido à intensa urbanização e industrialização, seguido do *boom* de tráfego, o ruído converteu-se num fator irritante e omnipresente, tanto nos locais de trabalho como na vida quotidiana (Belojevic *et al.*, 2003). Mesmo sons presentes no nosso quotidiano, que julgamos inofensivos e até agradáveis, podem ter efeitos negativos no organismo humano pela frequência e intensidade a que são emitidos (Arezes *et al.*, 2009).

Desde há muito tempo que se reconhece o ruído como um fator de risco ocupacional e muito se tem investigado sobre a sua influência na saúde e na segurança, bem como os impactos decorrentes da exposição a determinados níveis de pressão sonora. A Legislação Portuguesa - Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro - considera que exposições a níveis de pressão sonora superiores aos Valores de Ação Inferiores ($L_{EX,8h} = 80$ dB(A)), constituem risco de perda auditiva, não havendo qualquer referência para os efeitos psico-fisiológicos aquando de exposições a níveis de pressão sonora inferiores. Contudo vários estudos apontam que a exposição ao ruído ocupacional a níveis inferiores a 80 dB (A) exercem interferência física, fisiológica e psicológica sobre a saúde dos trabalhadores. Em alguns contextos de trabalho, os níveis de exposição sonora são demasiado baixos para provocar danos a nível auditivo, mas são suficientemente altos para afetar os trabalhadores em tarefas com uma determinada exigência cognitiva (Arezes *et al.*, 2009; Liu X, *et al.* 2007; Konkani *et al.*, 2011).

No que respeita a exposições prolongadas a níveis sonoros elevados (acima dos Valores de Ação Superiores - $L_{EX,8h} = 85$ dB(A) e Valores de Ação Limite - $L_{EX,8h} = 87$ dB(A)), estas podem ser extremamente nocivas para o organismo humano e não se limitam apenas às perdas auditivas. Podem conduzir a alterações do ritmo biológico, dilatação das pupilas, contração muscular e dos vasos sanguíneos, alterações hormonais, alterações do ritmo cardíaco e respiratório, secreções gastrointestinais e uma larga variedade de doenças relacionadas com o stress (Guyton *et al.*, 2006; Levak, *et al.*, 2008; Miguel, 2007).

Além destas alterações, o ruído tem um impacto significativo no comportamento (nervosismo, irritabilidade, ansiedade, agressividade, intolerância) e na realização de outras atividades, tais como desempenho no trabalho (falta de atenção, perda de eficácia e fadiga), interferência na comunicação, descanso e lazer (Arezes & Santos, 2008; Reynolds *et al.*, 2014). Estas alterações não dependem apenas do nível de pressão sonora, mas também do tipo de ruído e de características individuais das pessoas (Cohen & Weinstein, 1982; Topf, 1989).

Os baixos níveis de exposição sonora são menosprezados tais como os seus efeitos. No entanto, são um fator de perturbação da saúde individual e do bem-estar dos trabalhadores expostos e a fraca perceção dos seus efeitos, potencia, uma menor proteção ou desvalorização do risco (Hasfeldt *et al.*, 2010; Vehid *et al.*, 2011). Níveis mais baixos de exposição sonora provocam distúrbios fisiológicos, psicológicos e comportamentais, condicionando o desempenho em tarefas com alguma exigência cognitiva: a nível da concentração, tempos de reação, capacidade de memória e decisão (Berglund *et al.*, 1999; Stansfeld & Matheson 2003; Suter, 2009). Em alguns casos, podem levar a uma decisão errada no momento errado, com graves implicações, devendo, portanto, ser considerados como aspectos críticos no que respeita ao risco ocupacional.

Além disso, tal como para qualquer outro estímulo ambiental, existem fortes evidências que os indivíduos diferem nas suas reações para com o ruído, constituindo a sensibilidade individual ao ruído uma característica da personalidade de cada sujeito (Belojevic *et al.*, 2003; Kishikawa *et al.*, 2006).

Com este trabalho pretende-se analisar a influência da exposição ao ruído ocupacional no desempenho cognitivo em estudantes universitários, considerando o sexo e a sensibilidade individual ao ruído.

A presente dissertação organiza-se em duas partes. Sendo que a primeira é referente à revisão bibliográfica (componente teórica) e a segunda ao desenvolvimento do trabalho (componente empírica).

Nesta lógica organizacional, após a introdução, na primeira parte apresentar-se-á o conhecimento científico, nomeadamente o processo de seleção de artigos, noções básicas como o conceito de som e as suas características, o conceito de ruído, prosseguindo-se com a abordagem do ruído como um fator de perturbação individual, considerando os efeitos fisiológicos (auditivos e extra-auditivos) e psicológicos, deste agente físico sobre o organismo. Seguidamente abordasse a questão da sensibilidade individual ao ruído.

Na segunda parte, componente empírica, serão apresentados todos os procedimentos metodológicos relativos à implementação do trabalho realizado. Numa primeira abordagem, será realizado um enquadramento relativo à amostra, posteriormente, apresentar-se-ão os instrumentos e métodos de investigação que permitiram a execução do estudo. Considera-se que este capítulo tem uma particular importância para a compreensão da componente empírica do estudo, uma vez que também aqui se incluí a descrição dos métodos utilizados para o tratamento dos resultados. Seguidamente serão apresentados os resultados quantitativos obtidos através da aplicação dos diferentes instrumentos de investigação, a respetiva análise e, posterior discussão dos mesmos. Inicialmente, apresentar-se-ão os resultados da avaliação da sensibilidade térmica e sintomatologia, seguida da avaliação da sensibilidade individual ao ruído. Constatar-se-ão os resultados obtidos através do teste cognitivo aplicado nos vários ensaios realizados. A análise e discussão dos resultados pressupõem o recurso a algumas referências bibliográficas, devidamente identificadas. Esta dissertação termina com a apresentação da conclusão e perspectivas futuras. Serão destacadas as conclusões que mereceram maior relevância, no que respeita à sensibilidade individual ao ruído e ao desempenho cognitivo.

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Conhecimento Científico

A pesquisa bibliográfica teve por base a metodologia de revisão sistemática referenciada em *Prisma Statement*¹. Este é um método preciso e fiável, permitindo responder a uma pergunta específica através da identificação, seleção e análise dos dados de estudos incluídos na revisão.

A pesquisa inicial realizou-se através do SDI - Serviço de Documentação e Informação da FEUP, através de uma pesquisa integrada na base de dados sob a forma de Meta Pesquisa. Os tipos de recurso utilizados foram “Revistas Científicas” e “Bases de Dados”. A pesquisa foi realizada separadamente para cada tipo de recurso, nas 25 bases de dados e 34 revistas científicas disponíveis. Na opção “Avançadas”, selecionou-se o campo “título”, a “palavra-chave”, “AND”, “título” e “palavra-chave”.

2.1.1 Processo de seleção de artigos

A definição das palavras-chave iniciais permite limitar a busca ao tema sob investigação. Deste modo, os termos “noise”, “cognitive performance”, “mental performance”, “individual sensitivity”, “noise sensitivity”, “mental task”, “health”, “fatigue” foram os termos base utilizados na pesquisa, combinados entre si da seguinte forma: (“noise” AND “cognitive performance”), (“noise” AND “mental performance”), (“noise” AND “individual sensitivity”), (“noise sensitivity” AND “health”), (“noise” AND “mental task”), (“noise” AND “fatigue”). Foram assim identificados no total 5103 artigos. Um total de 695 artigos identificados em *CiteSeer X* não foram incluídos na tabela sumária da pesquisa por não se encontrarem devidamente identificados os autores nem o ano de publicação. Apesar das palavras-chaves selecionadas, a pesquisa na revista científica *Taylor and Francis (Informaworld)* é muito extensa, portanto ainda na meta pesquisa foi selecionado o filtro “depois de 2005” e dos 3399 identificados apenas foram transferidos para posterior análise 31 resultados. Assim, foram analisados um total de 1128 artigos, aos quais foram aplicados critérios de exclusão.

Os artigos que não identificavam os autores foram os primeiros a ser excluídos, resultando um total de 72 artigos. Seguidamente, dos 1056 artigos excluíram-se os que não apresentavam o ano de publicação, perfazendo um total de 40 artigos. Foram também removidos do conjunto de artigos analisados nos distintos recursos todos os duplicados num total de 654. De modo a restringir os resultados mais atuais e enquadrados no tema de estudo foram excluídos: todos os artigos anteriores ao ano de 2005, num total de 181; 149 artigos cujo título não se enquadrava no tema sob investigação; exclusão por se encontrarem escritos numa língua que não o inglês e português (2). Com a exclusão dos artigos segundo estes critérios, obtiveram-se um total de 30 artigos que seguidamente foram analisados detalhadamente tendo sido aplicados critérios de elegibilidade, baseados na adequabilidade ao foco da pesquisa do conteúdo de cada artigo, tendo-se selecionado 12 artigos cujo resumo se adequou ao tema. Seguidamente analisaram-se as referências bibliográficas dos artigos selecionados, 23 artigos cujos resumos se enquadravam no tema e eram referidos ao longo dos primeiros artigos selecionados.

Através do motor de busca *Google Scholar* obtiveram-se artigos que foram utilizados como referência no capítulo “metodologia” sobretudo relativamente à tarefa Go-NoGo (teste cognitivo utilizado), bem como dissertações para a obtenção de grau de mestre e de doutoramento de Universidades Portuguesas.

¹ <http://www.prisma-statement.org/> (acedido em 06/07/2015)

Salienta-se o estudo de caso de Arezes e Santos, (2008) cujo objetivo foi analisar os efeitos de uma exposição a baixos níveis de ruído no desempenho cognitivo de trabalhadores administrativos. Enquanto o ruído de fundo era medido, foi aplicado um questionário e uma tarefa cognitiva aos trabalhadores. Foi verificado que mesmo níveis baixos de ruído (níveis inferiores a 80 dB(A)) influenciam aspetos cognitivos como o tempo de reação e a memória, concluindo-se que estes aspetos também devem ser considerados fatores de risco ocupacional.

Barbosa, (2010) no seu estudo teve como objetivo investigar a possível relação entre exposição ao ruído numa sala de aula e o desempenho cognitivo dos professores. Considerou a sensibilidade individual ao ruído um fator importante e por isso aplicou um questionário baseado na Weinstein Sensibilidade Scale (WNS). A amostra do estudo incluiu 16 professores, que foram divididos em 2 grupos diferentes, um relacionado com atividades práticas de ensino (P) e outro relacionado com atividades de ensino teórico (T). Os indivíduos também foram divididos de acordo com a pontuação obtida na WNS em sensíveis e não sensíveis ao ruído. Durante 4 semanas os níveis de exposição sonora foram medidos e a fim de se testar o desempenho cognitivo da amostra, todos os professores realizaram um teste cognitivo em dois momentos do dia (manhã e noite) durante estas 4 semanas. Os resultados obtidos demonstraram que o desempenho cognitivo dos dois grupos diminuiu após a exposição ao ruído da sala de aula, no entanto o grupo das práticas teve um desempenho superior apesar de estar exposto a níveis mais elevados de ruído. Quanto à sensibilidade individual ao ruído verificou-se que os não sensíveis ao ruído demonstraram um desempenho superior aos sensíveis, apesar de ambos os grupos terem sofrido uma diminuição no seu desempenho. Este estudo também demonstrou a necessidade de se conderar o ruído como um fator de risco ocupacional em trabalhos com elevada exigência cognitiva.

Reynolds *et al.* (2014) investigou a influência do neuroticismo no desempenho cognitivo. Para isso, aplicou um teste de personalidade a 70 voluntários e realizou diferentes tarefas cognitivas (um teste de inteligência geral, um de raciocínio e uma tarefa aritmética) em silêncio, na presença de música popular e com ruído de fundo. Apesar de prever que o desempenho diminuísse sob a distração de ruído de fundo, verificou que o desempenho nesta condição foi superior. Além disso, foram levantadas questões acerca da personalidade dos participantes e de como esta pode influenciar o neuroticismo e consequentemente o desempenho.

Alimohammadi *et al.* (2014) teve como objetivo na sua investigação estudar os efeitos que ruídos de baixas frequências causam no desempenho cognitivo e no incómodo. A amostra foi constituída por 90 estudantes cuja média de idades foi de 23,46 anos. Foi caracterizada a personalidade, o nível de incómodo ao ruído e avaliado o desempenho cognitivo dos participantes expostos a 50 e 70 dB(A) e em silêncio. Constatou-se que ruídos de baixa frequência em comparação com o silêncio aumentaram a precisão e a velocidade de desempenho no teste aplicado verificando-se também que os indivíduos mais introvertidos realizaram os testes cognitivos mais rapidamente que os extrovertidos.

Kishikawa, *et al.*, (2006) realizou um estudo através da aplicação de um questionário numa área residencial ao longo de estradas nacionais em Kusatsu, Japão, a fim de investigar a associação entre a exposição ao ruído, a sensibilidade ao ruído e a saúde. Foi aplicado um questionário para avaliar a saúde mental subjetiva dos participantes (N=468) cuja pontuação se traduz num índice de transtorno psiquiátrico. A sensibilidade ao ruído foi medida pela escala de Weinstein (WNS). A amostra foi também questionada sobre os distúrbios da vida quotidiana devido à exposição ao ruído. No final, constatou-se uma correlação significativa entre a saúde mental e a exposição ao ruído no grupo sensível ao ruído, enquanto nenhuma correlação significativa foi observada no grupo caracterizado como não sensível ao ruído. Estes resultados sugerem que os efeitos adversos para a saúde podem existir principalmente no grupo sensível.

Liu X, *et al.* (2007) teve como objetivo principal no seu trabalho comparar as reações cardiovasculares em 2 situações consideradas stressantes. Dez homens saudáveis realizaram uma

tarefa aritmética mental num dia e em outro dia foram expostos a 80 dB de ruído branco. Tanto uma situação como outra era composta de quatro períodos consecutivos de 5 minutos com um descanso de 3 minutos entre eles. Em cada dia, a pressão arterial sistólica e diastólica, a pressão arterial média e o débito cardíaco foram medidos continuamente durante todo o período experimental. Verificou-se que estas não se alteraram significativamente durante os períodos das tarefas. Em conclusão, em comparação com a tarefa aritmética, a exposição a ruído branco consecutivo mostrou uma acumulação de respostas de stress.

Por outro lado, Soderlund *et al.* (2010) reconhece que o ruído é normalmente concebido como sendo prejudicial para o desempenho cognitivo, no entanto, um modelo computacional com base nos conceitos de ressonância estocástica e dopamina relacionadas com o ruído interno postula que uma quantidade moderada de ruído pode beneficiar o desempenho cognitivo. Desenvolveu um estudo aplicando um teste de memória verbal numa situação de silêncio e numa situação de 78 dB de ruído branco, em 51 alunos do ensino secundário. Verificou que a exposição ao ruído de fundo melhorou o desempenho de crianças desatentas mas piorou o desempenho para as crianças atentas, mas refere que deve-se replicar o estudo numa amostra maior e avaliar mais níveis de ruído. Já em 2007, Soderlund *et al.*, investigaram o desempenho cognitivo em ambientes ruidosos em relação a um modelo neurocomputacional de transtorno de hiperatividade com défice de atenção, verificando que o ruído branco exerceu um efeito positivo no desempenho cognitivo para o grupo diagnosticado com transtorno de hiperatividade com défice de atenção.

Sandrock *et al.* (2009) tentaram distinguir os efeitos prejudiciais do ruído entre indivíduos sensíveis e não sensíveis ao ruído. A amostra do estudo foi constituída por 56 participantes (27 homens e 29 mulheres) com idades entre os 18 e 31 anos, caracterizando-a quanto à sensibilidade individual ao ruído. Seguidamente foram submetidos a uma tarefa de raciocínio gramatical e uma tarefa aritmética sob o ruído de tráfego rodoviário (55 dB(A)) e avaliaram o grau de incomodidade percebido. Concluíram que indivíduos sensíveis ao ruído são mais distraídas pelo ruído do que indivíduos não sensíveis. Além disso, os resultados sugeriram que os indivíduos sensíveis ao ruído não só avaliaram a situação com elevado grau de incomodidade, como também demonstraram níveis mais elevados de tensão comparativamente com os não sensíveis ao ruído.

Helps *et al.* (2014), tal como Soderlund *et al.* (2010), refere no seu estudo o fenómeno da ressonância estocástica e como o ruído branco pode alterar a relação do "sinal de ruído interno" e melhorar o desempenho. Refere que existem diferentes níveis de "ruído neural" interno em indivíduos com diferentes capacidades de atenção e este, por sua vez determina o nível de ruído branco mais benéfico em cada caso. O objetivo do trabalho foi investigar se adicionando ruído branco o desempenho cognitivo de crianças que diferem na capacidade de atenção é alterado. As crianças (entre os 8 e os 10 anos de idade) foram classificadas pelos professores em super, normal e sub-atentas. Seguidamente, em 3 situações de ruído de fundo branco foram aplicadas diferentes tarefas cognitivas: uma tarefa de memória verbal; um teste de memória visuo-espacial; e uma tarefa Go-NoGo. Verificou-se que a exposição a ruído branco piorou o desempenho de crianças super-atentas em todos os tipos de tarefas e melhorar o desempenho em crianças sub-atentas nas tarefas de memória e Go-NoGo. O desempenho das crianças consideradas com um nível de atenção normal não foi afetada pela exposição ao ruído branco, concluindo que o efeito diferencial previsto através do ruído branco no desempenho foi confirmado.

Heinonen Guzejev (2009) relatou o estudo que foi realizado em 1988, onde se investigou a relação da tensão arterial com a sensibilidade individual ao ruído em indivíduos que viviam na área metropolitana de Helsínquia. 1495 indivíduos (688 homens e 807 mulheres) com idade entre 31 e os 88 anos responderam aos questionários enviados acerca da tensão arterial e da sensibilidade individual ao ruído, incluindo 573 pares de gémeos. Assim, obtiveram-se relatos da sensibilidade ao ruído, da exposição ao ruído na vida quotidiana e da tensão arterial dos

indivíduos. Além disso, foram obtidos mapas de ruído (1988 a 1992) da Área Metropolitana de Helsínquia. Para avaliar a estabilidade e validade de sensibilidade de ruído, um novo questionário foi enviado em 2002 a uma amostra dos sujeitos que haviam respondido ao questionário de 1988. De todos os sujeitos que responderam às questões sobre a sensibilidade ao ruído, 38% eram sensíveis ao ruído. A sensibilidade foi independente dos níveis de exposição indicados nos mapas de ruído obtidos mas foi associada com hipertensão, enfisema, uso de drogas psicotrópicas, tabagismo, stress e hostilidade. Concluiu-se que a mortalidade por motivos cardiovasculares foi significativamente maior entre as mulheres sensíveis ao ruído, mas não entre os homens; provavelmente existe uma componente genética associada à sensibilidade ao ruído.

Miyakawa *et al.* (2008) realizou um estudo baseado em questionários numa área residencial do Aeroporto Internacional de Narita em 2005 e 2006. O questionário incluiu o General Health Questionnaire (GHQ-28), a escala de sensibilidade ao ruído de Weinstein (WNS), questões sobre distúrbios na vida quotidiana devido à exposição ao ruído provocado pelo tráfego aéreo e questões acerca do incómodo percebido devido a esta exposição. Investigaram-se os efeitos da exposição ao ruído de aviões na saúde mental identificados pelo questionário GHQ-28. Além disso, também se investigaram as relações entre saúde, as perturbações da vida quotidiana e o incómodo. Revelou-se uma correlação significativa entre os sintomas psicológicos moderados-graves no grupo sensível ao ruído, sugerindo que podem existir efeitos adversos na saúde mental devido à exposição do ruído de tráfego aéreo principalmente em indivíduos sensíveis. Os sintomas psico-somáticos, distúrbios na vida quotidiana e incómodo revelaram uma correlação significativamente elevada com o distúrbio do sono mas nenhuma correlação com a eventual perda de audição, concluindo-se que o distúrbio do sono devido à exposição ao ruído aéreo pode ser o principal fator que causa efeitos adversos na saúde e não o incómodo percebido.

2.2 Noções Básicas e Conhecimento Técnico

2.2.1 O Som: conceito e características

Segundo Freitas (2008) dos fenómenos físicos existentes na natureza, o som talvez seja o que mais sensibiliza o Homem. Segundo Guyton *et al.* (2006), o ouvido humano possui a função de converter o som em impulsos nervosos, ou seja, em sinais eléctricos que são conduzidos ao cérebro produzindo sensações sonoras.

O som pode ser definido como qualquer variação de pressão passível de identificação pelo ouvido humano. Tal como as peças de dominó, as ondas de pressão sonora propagam-se quando uma partícula de ar imprime movimento à partícula que lhe está mais próxima, alargando-se este movimento a partículas cada vez mais afastadas da fonte sonora (Arezes, 2002).

Segundo Miguel (2007) a percepção e propagação das vibrações sonoras originadas por uma fonte dependem de vários fatores, tais como, distância e orientação do recetor, variações da temperatura, o tipo de local, etc. O som origina uma série de ondas de compressão repetidas, que se propagam através do ar em forma de ondas a uma velocidade aproximada de 321,8 m/s (metros por segundo) e, ao alcançar o ouvido produzem sensações sonoras (Guyton *et al.*, 2006).

O som apresenta 3 características: a frequência, o nível sonoro ou intensidade sonora e a duração.

2.2.1.1 Frequência e Espectro

Miguel (2007) refere que ao considerar-se um ponto da onda sonora verifica-se que a pressão oscila um determinado número de vezes por segundo à volta da pressão atmosférica. O número

de flutuações ou períodos por segundo (Hertz) define a frequência ou altura do som. Pode ser calculada pela equação 1:

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{Equação 1}$$

Em que:

f - frequência em hertz (Hz);

T - período em segundos (s).

Para se ter uma noção exata da composição do ruído é necessário determinar o nível sonoro para cada frequência. Este tipo de análise chama-se análise espectral, ou análise por frequência, e costuma ser representada graficamente num sistema de eixos onde as frequências se situam no eixo das abcissas e os níveis sonoros no eixo das ordenadas (Miguel, 2007).

A escala de frequências é, usualmente, dividida em três grandes grupos, os infra-sons, a gama de frequências audível, e os ultra-sons. A gama audível compreende os sons cujas frequências vão de 20 a 20 000 Hz e é susceptível de provocar reação ao nível da audição humana. Abaixo de 20 Hz situam-se os infra-sons e acima de 20 000 Hz os ultra-sons. A gama audível está dividida em 10 grupos de frequências designados por oitavas. Cada oitava, por seu turno, está subdividida em 3 grupos de terços de oitava (Miguel, 2007). Guyton *et al.*, (2006) referem que, o grau de sensibilidade para cada frequência de som depende de cada indivíduo, e também está relacionada com parâmetros tais como: tempo de exposição ao ruído, sexo, idade, infeções do ouvido, etc. Os sons de baixa frequência (inferiores a 1000 Hz) são designados de graves e os que se encontram acima de 3000 Hz de agudos. Os sons, na sua forma absoluta, são constituídos por componentes de várias frequências. Contudo, o ser humano não distingue pequenas diferenças de frequência. Essa discriminação depende da frequência específica a que é emitido o som. Para gamas de frequência próximas de 125 Hz conseguem-se distinguir variações de 0,5 Hz, enquanto, para frequências próximas de 8 kHz essa discriminação só se torna perceptível para variações mínimas de 60 Hz, ou seja, a audição humana não funciona de uma forma linear (Carvalho, 2012). A figura 1 demonstra a curva de sensibilidade do ouvido humano.

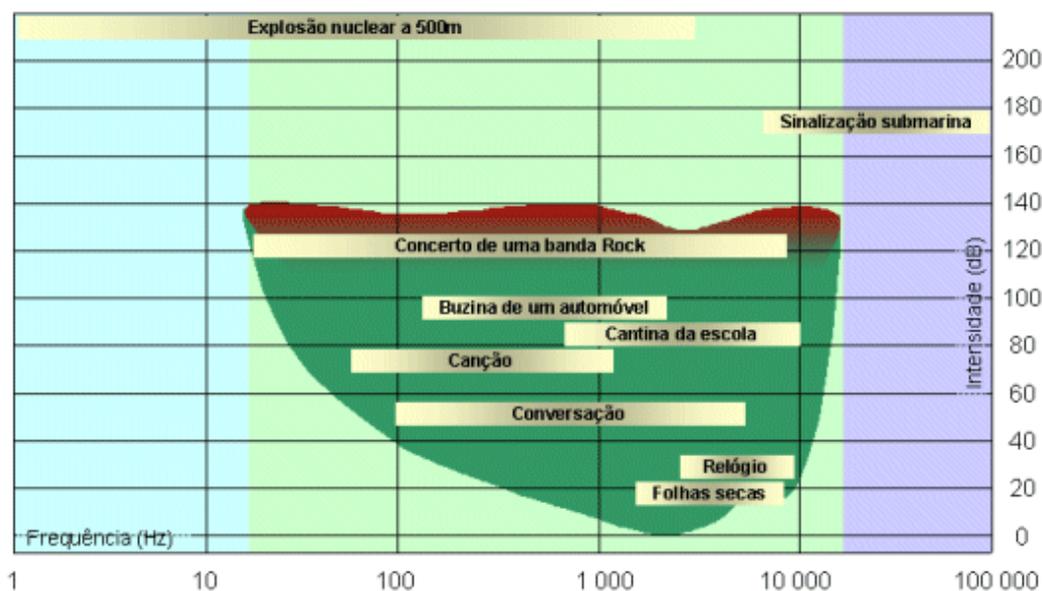


Figura 1: Curva de sensibilidade do ouvido humano. Fonte: Branco, 2013.

2.2.1.2 Nível Sonoro ou Intensidade Sonora

Qualquer fonte sonora emite uma determinada potência acústica, característica e de valor fixo, relacionada com a saída da mesma. Tal como já foi referido as vibrações sonoras originadas pela fonte têm, no entanto, valores variáveis dependentes de fatores externos. A intensidade das vibrações sonoras, ou das variações de pressão que lhes estão associadas exprime-se em newton por metro quadrado (N.m-2), ou pascal (Pa), e designa-se por pressão sonora. A medida de pressão sonora numa escala linear é contudo impraticável, pois compreende cerca de um milhão de unidades (Miguel, 2007).

Os diferentes tipos de som que existem na natureza têm intensidades distintas, sendo este intervalo de intensidades sonoras muito amplo e adequá-lo a uma escala eficiente constituiu uma grande dificuldade. Além disso, o ouvido não responde linearmente aos estímulos, mas sim logaritmicamente. Por estas razões, os parâmetros acústicos são avaliados numa escala logarítmica, expressa em decibéis (dB), que é uma escala linear utilizada para definir uma escala de amplitude logarítmica com a qual se reduz um grande intervalo de valores de amplitude a um pequeno conjunto de números.

O décibel é, por definição, o logaritmo da razão entre o valor medido e um valor de referência padronizado e corresponde praticamente à mais pequena variação da pressão sonora que um ouvido normal pode distinguir nas condições normais de audição (Miguel, 2007).

De acordo com a Norma Portuguesa, NP EN ISO 1730: 1996, o nível de pressão sonora, L_p , em decibéis é dado pela expressão da equação 2:

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} = 20 \log \frac{p}{p_0} \quad \text{Equação 2}$$

Em que:

p é o valor eficaz ou RMS (*Root Mean Square*, ou seja, raiz quadrada da média aritmética dos quadrados) da pressão sonora, em pascal (Pa);

p_0 é o valor eficaz da pressão sonora de referência (2×10^{-5} Pa).

Ainda segundo Miguel (2007), na generalidade dos casos, o nível sonoro varia com o tempo, sendo necessário explicitar uma relação entre o nível e a sua duração. Este objectivo é conseguido através do nível sonoro contínuo equivalente, que representa um nível sonoro constante que, se estivesse presente durante todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos, em termos de energia, que o nível variável. A decisão acerca da tolerabilidade para uma exposição de curta duração a ruídos contínuos depende da forma como se estima que o ouvido faz a integração da quantidade de ruído recebido num determinado intervalo de tempo.

De acordo com a NP EN ISO 1730: 1996, considera-se a equação 3 para o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A num determinado intervalo de tempo T , com início em t_1 e fim em t_2 :

$$L_{A_{eq}, T} = 10 \log \left(\frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} 10 \frac{L(t)}{10} dt \right) \quad \text{Equação 3}$$

Onde,

$$L_{A_{eq}} = 10 \times \log \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^n t_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right) \quad \text{Equação 4}$$

Onde,

$$T = \sum t_i$$

A figura 2 demonstra a escala de pressão sonora (Pa) e os respetivos níveis de pressão sonora (dB). Categoriza os efeitos e exemplifica uma origem.

2.2.1.3 Duração

A duração do som é medida em segundos (s). Os sons são classificados como sendo de curta ou ampla duração, sendo que os de curta são aqueles que duram menos de 0,1s e que dificultam a percepção e os de ampla duração duram mais de 1s (Guyton *et al.*, 2006).

Efeito	Pressão Sonora (Pa)	Nível Sonoro (dB)	Origem
	Limiar da dor	100	140
Altamente Lesivo		130	Avião a jacto
	10	120	Máquina Rebitadora
Lesivo		110	Avião a Hélice
	1	100	Moto-serra
		90	Oficina metal-mecânica
Risco		80	Camião pesado
Interfere na conversação	10^{-1}	70	Rua com muito trânsito
Incomodativo		60	Carro de passageiros
	10^{-2}	50	Conversa normal
		40	Conversa em tom baixo
	10^{-3}	30	Música suave
		20	Murmúrio
	10^{-4}	10	Apartamento urbano silencioso
		0	Folhas de árvore a cair
	Limiar da audição	$2 \cdot 10^{-5}$	

Figura 2: Escala de pressão sonora (Pa) / Nível de pressão sonora (dB). Fonte: Branco, 2013.

2.2.2 O Ruído

Do ponto de vista físico pode definir-se o ruído como uma vibração mecânica estatisticamente aleatória de um meio elástico. Do ponto de vista fisiológico, é o fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa (Miguel, 2007; Freitas, 2008). O ruído é frequentemente considerado como um som incómodo e indesejado (Stansfeld *et al.*, 2002).

Telo (2006) cita a definição da CEE (Comunidade Económica Europeia) (1977): "considera-se ruído o conjunto de sons suscetíveis de adquirir para o Homem um carácter afetivo desagradável e/ou intolerável, devido sobretudo aos incómodos, à fadiga, à perturbação e não à dor que podem produzir". Couto (2013) cita a definição da Organização Mundial de Saúde (OMS), onde se refere que o ruído é um som que representa uma ameaça subestimada que pode originar um número de problemas de saúde a curto e longo prazo como distúrbios do sono, perturbação do sistema cardiovascular, baixa performance no trabalho e perda de audição.

O ruído está na origem de um incómodo significativo e desencadeador de trauma auditivo e alterações extra-auditivas (Branco, 2013). Constitui uma causa de incómodo para o trabalho, um obstáculo às comunicações verbais e sonoras, podendo provocar fadiga geral (Arezes, 2002 citando Crandell *et al.*, 1997) e, em casos extremos, provocar trauma acústico e alterações fisiológicas extra-auditivas (Miguel, 2007).

Segundo Arezes e Miguel (2002), é aceite que a percepção individual do ruído depende das características do mesmo, isto é, da intensidade, do espectro e da frequência com que ocorre. No entanto, não será a intensidade do ruído, só por si, que o torna mais perigoso. O ruído também ganha perigosidade em termos do tempo de exposição a que o sujeito está exposto (Europe, 2005).

O grau de incomodidade provocado pelo ruído é variável e depende de diversos fatores, tais como, idade, estado emocional, crenças ou rotina de vida do indivíduo. O que para uns indivíduos pode ser ruído ou som indesejável para outros não. Stansfeld e Matheson (2003) referem que muitas vezes a condição psíquica se torna determinante quanto à percepção do mesmo vir a incomodar ou não. O ruído será quase sempre uma questão individual, e nalguns casos, até cultural.

Eliminar o ruído implica, caracterizar a exposição durante o exercício de uma atividade profissional, para avaliar o risco de perda de audição ou de outros desvios na saúde. Tal caracterização é aplicável a situações de perda de audição, quanto aos postos de trabalho em que o nível de exposição pessoal diária e o valor máximo de pico de nível de pressão sonora possam representar esses riscos. É também aplicável a situações de incomodidade relativamente aos postos situados no interior dos edifícios onde se exerçam atividades que requeiram concentração e sossego (Freitas, 2008).

Como se pode verificar na figura 3, na generalidade a partir dos 50 dB o ruído torna-se incomodativo, no entanto no dia a dia, a população trabalhadora está exposta a níveis ainda superiores no local de trabalho e mesmo na vida quotidiana da cidade².



Figura 3: Percepção do ruído. Fonte: Agência Portuguesa do Ambiente²

² www.apambiente.pt acedido a 16/08/2015

2.2.3 Efeitos do Ruído no Homem

O ruído pode afetar o organismo humano de diversas formas, provocando consequências que podem comprometer o bem estar e a integridade física e psicológica do indivíduo a ele exposto, sendo um dos problemas mais difundidos nos locais de trabalho (Konkani *et al.*, 2011; Lundquit *et al.*, 2000).

O ruído constitui uma causa de incómodo para o trabalho, um obstáculo às comunicações verbais e sonoras, podendo provocar fadiga geral e, em casos extremos, trauma auditivo e alterações fisiológicas extra-auditivas. Os efeitos do ruído podem afetar o organismo humano de forma direta ou indireta, considerando-se para o efeito a frequência, a intensidade, a duração e a suscetibilidade individual, às quais o ser humano se encontra exposto (Miguel, 2007; Konkani, *et al.*, 2011).

As consequências mais evidentes da exposição a níveis elevados de ruído são os problemas auditivos. Apesar do mecanismo da audição ser bastante complexo e ainda existirem muitas controvérsias em relação ao seu funcionamento, é conhecido que as informações auditivas são captadas pela orelha e processadas pelo ouvido, sendo que a interpretação do som é um fenómeno que se completa no cérebro (Barbosa, 2009). Qualquer tipo de alteração fisiológica destes instrumentos de deteção sonora significa perda das suas capacidades funcionais, com consequente decréscimo na capacidade de interpretação sonora pelo cérebro (Barbosa, 2009 citando Losso, 2003).

O equilíbrio psicológico do ser humano pode ser alterado pelo ruído. Verifica-se que o ruído lesa, não só o sistema auditivo, mas também contribui para distúrbios gastrointestinais e distúrbios relacionados com o sistema nervoso central. Um local de permanência ruidoso converge no sentido de aumentar as tensões a que o indivíduo está normalmene sujeito. Pode originar irritabilidade em pessoas normalmente tensas e agravar estados de angústia em pessoas predispostas a depressões (Miguel, 2007), mesmo em exposição a níveis sonoros mais baixos (Lundquit *et al.*, 2000). Os níveis sonoros de baixa frequência influenciam o desempenho dos profissionais em tarefas suscetíveis de atenção, pois induzem falta de concentração e sonolência e provocam um aumento de pressão na membrana do tímpano (Bengtssona, *et al.*, 2003).

No relatório da OMS (1999) foram reportados alguns efeitos observados nos seres humanos decorrentes da exposição ao ruído, tais como, fadiga, nervosismo, reações de stresse, ansiedade, falta de memória, cansaço, irritação, problemas nas relações humanas, entre outros (Barbosa, 2009; Azezes *et al.* 2010). A exposição contínua ao ruído interfere na comunicação ou pode causar problemas na saúde e provocar sinais patológicos, como perda de atenção, dores de cabeça, aumento da frequência cardíaca e pressão arterial, vasoconstrição periférica, aumento da secreção e da mobilidade gástrica, contração muscular, entre outros, quer para o cidadão comum quer para muitos grupos de profissionais mais expostos ao ruído (Cantrell, 1974).

Cohen & Weinstein, 1982, Topf, 1989, referem que o ruído deve ser encarado como um fator de perturbação individual, pois existem diferenças individuais de tolerância a este agente. Também Stansfeld & Matheson, 2003, relatam que o ruído interfere no desempenho de tarefas complexas e modifica comportamentos sociais.

Barbosa, 2009, refere que é provável que o risco de desenvolvimento de doença mental ou física atribuíveis ao ruído seja muito reduzido. No entanto, a interação entre as pessoas, o ruído e a falta de saúde é complexo, pois perante a exposição ao ruído, os seres humanos não são normalmente recetores passivos e podem desenvolver estratégias para reduzir o impacto dessa exposição. Como por exemplo, agir de forma a evitá-lo, afastando-se ou, se forem incapazes de se afastar, desenvolver estratégias para o acautelar. Aprender a lidar com o ruído pode ser suficiente para atenuar eventuais efeitos indesejáveis. A perceção de controlo sobre a fonte de ruído pode reduzir a ameaça do ruído e da crença de que este pode ser prejudicial (Barbosa,

2009; Branco, 2013). Aprender a lidar com o ruído pode atenuar efeitos indesejáveis e aumentar o desempenho.

A irritabilidade e a fadiga geral que o ruído pode provocar são fatores diretamente ligados à ocorrência de acidentes. A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (Europe, 2005), chama a atenção para o facto de: o ruído poder dar origem a acidentes, na medida em que dificulta a audição e adequada compreensão, por parte dos trabalhadores, de instruções e sinais; sobrepõe-se ao som de aproximação do perigo ou de sinais de alerta (como por exemplo, sinais sonoros de marcha-atrás dos veículos); distrai os trabalhadores, nomeadamente os condutores, contribui para o stress que aumenta a carga cognitiva e desta forma agrava a probabilidade de erros (Miguel, 2007).

As mudanças no comportamento social, tais como, o desânimo e agressividade encontram-se associadas com a exposição ao ruído, no entanto a exposição por si só não é suficiente para originar agressão. A combinação com a provocação ou hostilidade pré-existente, pode desencadear o processo. Um número razoável de evidências revela que o ruído acima de 80 dB está relacionado com o comportamento agressivo, nervosismo e irritabilidade (Evans & Lepore, 1993).

2.2.3.1 Efeitos Fisiológicos Auditivos

A perda auditiva é definida como um aumento do limiar da audição e avaliada pelo limiar audiométrico (Eniz & Garavelli, 2006). Segundo Barbosa, (2009), os indivíduos atingidos pela surdez são afastados das experiências sonoras, ao ponto de ficarem totalmente isolados. Já a nível intelectual, ficam privados da modalidade primária no processo de inter-relações, o que lhes causa frustrações e insucessos em áreas sociais, ocupacionais e emocionais. O risco de surdez permanente varia consoante a intensidade e o tempo de exposição (NP EN ISO 1733:1981). Do ponto de vista quantitativo, um som ou ruído admite ser prejudicial ao indivíduo quando adquire um nível de pressão sonora aproximadamente de 70 dB(A), ainda que se admitam níveis até 85 dB(A) para trabalhos de até 8 horas diárias (Costa, 1994).

2.2.3.2 Efeitos Psicológicos: Memória, Atenção, Concentração e Desempenho Cognitivo

A exposição ao ruído ocupacional pode representar uma influência psicológica sobre o trabalhador, em especial no que concerne ao seu desempenho cognitivo. Em alguns contextos de trabalho, os níveis de exposição ao ruído não são suficientemente altos para causar perdas auditivas, mas podem afetar os trabalhadores em exigências cognitivas, tais como, a concentração, a velocidade de reação e habilidades de memória, por isso, devem ser considerados aspetos críticos no que diz respeito aos riscos ocupacionais (Arezes *et al.*, 2009).

Segundo Barbosa (2009), o termo “desempenho mental” pressupõe várias formas de reação, como por exemplo, atividades de controlo, rapidez de reação, aprendizagem, memorização ou inteligência. A atividade mental ou de desempenho cognitivo baseia-se, essencialmente, sobre a atividade intelectual. No desempenho mental há várias etapas a considerar: os processos sensoriais; percepção e atenção; memória a curto prazo; memória longo prazo e processadores centrais e específicos. Para além da enorme quantidade de informações detetadas pelos órgãos dos sentidos durante a realização da tarefa cognitiva, algumas partes são identificadas, selecionadas e organizadas através de processos de percepção e de atenção (Gamberale *et al.*, 1990, citados por Belojevic *et al.*, 2003).

Boman *et al.* (2005) realizaram um estudo sobre os efeitos do ruído na memória, e verificaram que apenas a memória a longo prazo foi afetada pelo discurso irrelevante e pelo ruído do tráfego rodoviário. As dispersas evidências disponíveis indicaram que o desempenho na capacidade de memorização na leitura de textos em crianças com idades compreendidas entre os 12 e os 14

anos foi mais afetada pela exposição ao ruído de aviões, do que ao proveniente do tráfego automóvel, que por sua vez, foi mais prejudicial do que a exposição ao ruído do tráfego ferroviário. Estes são os escassos resultados empíricos de como diferentes fontes de ruído podem afetar a memória, no entanto, não existem estudos comparativos entre indivíduos adultos (Barbosa, 2009).

Como já foi referido, um nível de ruído inferior ao que causa perda auditiva pode ter outros efeitos na saúde além dos que afetam a audição se interferir permanentemente com o sono e o descanso, perturbar a comunicação e a inteligibilidade da fala ou interferir com tarefas mentais que exigem um elevado grau de atenção e concentração (Branco, 2013; Europe, 2006).

De entre os problemas causados pelo ruído, destacam-se a falta de concentração, a baixa produtividade, a interferência na comunicação e dificuldades de aprendizagem (Eniz & Garavelli, 2006).

Vários estudos têm demonstrado que o ruído é uma influência negativa sobre a capacidade de concentração na realização de uma tarefa que pressuponha atenção, sobre o desempenho nas tarefas de pesquisa e de memória com elevada memorização e no desempenho em tarefas de avaliação e na deteção de números repetidos (Smith, 1991).

Os estudos sobre os efeitos do ruído na performance mostram que o ruído pode produzir um decréscimo no desempenho, mas os seus efeitos dependem do tipo de ruído e da tarefa que está a ser desempenhada. Evans & Maxwell (1997), referem que o ruído induzido pode melhorar o desempenho em tarefas mais simples, mas deteriora substancialmente o desempenho em tarefas mais complexas (tarefas que requerem atenção contínua ou que exigem uma grande capacidade de memória). São, sobretudo, afetados, o raciocínio, a atenção, a concentração e a tomada de decisão.

A investigação nesta área de estudo tem demonstrado que existe uma relação entre a exposição ao ruído e uma variedade de indicadores de saúde mental, como por exemplo, o consumo de sedativos, taxas de internamento hospitalar de ordem psiquiátrica e distúrbios psicossomáticos (Kishikawa *et al.* 2006).

É conhecido que em certos tipos de atividades o ruído poderá influenciar negativamente a produtividade e a qualidade do produto (Miguel, 2007).

Os estudos de Bullinger *et al.* (1999) e Cohen *et al.* (1986), evidenciaram que quanto maior a durabilidade da exposição ao ruído, maiores os impactos negativos na motivação.

Apesar dos estudos anteriormente referidos evidenciarem os efeitos negativos do ruído, é importante referir que no que respeita o tipo de ruído branco, os respetivos efeitos na função cognitiva são mistos. Recentemente, um pequeno estudo descobriu que ruído de fundo branco melhora a estimulação do funcionamento cognitivo entre estudantes do ensino secundário com Perturbação de Hiperatividade e Défice de Atenção (PHDA), enquanto diminui o desempenho em estudantes não sofrem desta perturbação (Soderlund *et al.*, 2010; Soderlund *et al.*, 2007).

Este tema tem suscitado interesse entre diversos autores e ultimamente têm surgido publicações onde é estudado o efeito do ruído branco no desempenho cognitivo como é exemplo o estudo de Helps *et al.* (2014) onde se investigou os diferentes efeitos no desempenho cognitivo de crianças com défice de atenção, com atenção considerada normal e super atentas adicionando ruído branco de fundo, onde se concluiu que diminui a atenção em crianças super atentas mas aumentou o desempenho de crianças com défice de atenção.

Também já existem estudos que referem que este tipo de ruído é eficaz em melhorar o humor e desempenho dos trabalhadores por mascarar o ruído de fundo de escritório, mas diminui o desempenho cognitivo em tarefas mais complexas (Loewen & Suedfeld, 2011).

Além do ruído como fator de perturbação, as variáveis pessoais tais como: a sensibilidade a determinados riscos, a personalidade, as incapacidades, as preferências, o estado civil e o sexo,

assim como fatores sociais e culturais, têm um grande impacto no stress ocupacional e na qualidade de vida dos profissionais (Topf, 2000).

2.2.4 Sensibilidade Individual ao Ruído

O conceito de “sensibilidade ao ruído” é frequentemente utilizado em várias investigações sendo utilizado para descrever diversos efeitos e é avaliado de várias formas.

Job (1999) considera que a sensibilidade ao ruído se refere ao estado interno de um indivíduo que aumenta o seu grau de reação e incômodo ao ruído em geral. Esta sensibilidade pode ser encarada como uma variável independente e estar diretamente relacionada com o estado da saúde, ou ser reconhecida como um fator que modifica ou medeia os efeitos da exposição ao ruído sobre o resultado mensurado (Smith, 2003).

A sensibilidade é uma característica individual, dado que todos os indivíduos reagem de forma desigual a diferentes níveis de ruído. Segundo Luz (2005), aproximadamente, 1 em cada 5 indivíduos é extremamente sensível a perturbações sonoras moderadamente fortes.

Já foi referido como as diversas reações à exposição sonora independentemente se o nível é alto ou baixo, têm, por si só, um importante impacto na saúde, assim como podem, eventualmente, contribuir para a diminuição da produtividade e o aumento do número de acidentes. No entanto, o nível de exposição ao ruído pode não ser a causa primária das reações, e os indivíduos podem reagir de forma bastante diferente, mesmo estando nas mesmas condições acústicas. Alguns trabalhos têm evidenciado que a variabilidade de características pessoais influencia as reações ao ruído. A sensibilidade individual ao ruído é o fator que explica a diferença (Belojevik *et al.*, 2003; Kishikawa, *et al.*, 2006). A sensibilidade ao ruído influencia estas reações e por este motivo é importante considerá-la, sendo importante referir que a sensibilidade ao ruído pode ser comprometida pelo estilo de vida dos indivíduos. As pessoas sensíveis ao ruído que frequentam locais ruidosos discriminam mais ruídos (Stansfeld *et al.*, 2002).

Também os indivíduos afetivamente mais negativos e sensíveis ao ruído reagem mais ao ruído do que as pessoas menos sensíveis. Tal pode resultar numa maior expressão de aborrecimento para com os ruídos por parte dos sujeitos sensíveis ao ruído, até porque estas pessoas tendem a manifestar uma tendência geral para a irritabilidade, independentemente do ruído. Este motivo pode explicar a associação entre a sensibilidade ao ruído e a atual desordem psiquiátrica, explicando o motivo pelo qual a sensibilidade ao ruído é um fator de vulnerabilidade perante distúrbios psiquiátricos (Kishikawa *et al.*, 2006).

Além de uma reatividade fisiológica ao ruído em geral também existe uma reatividade psicológica, que pode estar associada a traços da personalidade de cada indivíduo. No entanto, verifica-se uma ausência de dados e uma incapacidade de especificar como se inter-relacionam estes fatores, por exemplo, como a reatividade fisiológica pode ser detetada por um indivíduo e deste modo alterar a reatividade psicológica, ou como as crenças podem aumentar a reatividade fisiológica. Além disso, também a complexa e multidimensional natureza da sensibilidade ao ruído cria dificuldades na sua medição em termos inequívocos (Belojevic *et al.*, 2003). Também Cohen & Weinstein (1982) referem que a sensibilidade subjectiva ao ruído pode ser influenciada pelo significado do ruído, humor, motivação e outras variáveis do próprio indivíduo.

2.2.5 Enquadramento Legal e Normativo

A poluição sonora assume um papel preponderante como um dos principais agentes de deterioração da qualidade de vida das populações. De modo a salvaguardar a saúde e o bem-estar

dos indivíduos, a prevenção da exposição ao ruído e o controlo da poluição sonora tem vindo a assumir um papel importante na legislação portuguesa.

A Prevenção e Controlo do Ruído já se encontra regulamentada no ordenamento jurídico português na Lei de Bases do Ambiente, desde 1987, pelo denominado Regulamento Geral do Ruído (RGR) (Decreto-Lei n.º 251/87, de 24 de junho; alterado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de novembro e revisto pelo Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 de novembro). Desde então, foram introduzidas algumas alterações de forma a reforçar aplicação do princípio da prevenção em matéria de ruído. O atual RGR foi aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, tendo sido rectificado pela Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de Março, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto. Este estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição sonora e as disposições aplicam-se às actividades ruidosas permanentes e temporárias e a outras fontes de ruído susceptíveis de causar incomodidade, designadamente: na construção, reconstrução, ampliação, alteração ou conservação de edificações; obras de construção civil; laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços; equipamentos para utilização no exterior; infra-estruturas de transporte, veículos e tráfegos; espectáculos, diversões, manifestações desportivas, feiras e mercados; sistemas sonoros de alarme. Contém disposições no âmbito do planeamento municipal e da regulação da produção de ruído, com incidência em: planos municipais de ordenamento do território, operações urbanísticas, instalação e exercício de actividades ruidosas permanentes, exercício de actividades ruidosas temporárias, infra-estruturas de transporte e ruído de vizinhança.

A Directiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, estabelece as prescrições mínimas de segurança e saúde respeitantes à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos ao ruído, tendo sido transposta para a legislação portuguesa pelo Decreto-Lei n.º 182/2006, de 6 de setembro. Este diploma é central no que respeita a exposição ao ruído ocupacional e regulamenta os valores-limite e de ação, no que concerne à exposição pessoal diária de um trabalhador e ao nível de pressão sonora de pico. O diploma toma em consideração as medições do nível de pressão sonora em Nível Sonoro Contínuo Equivalente (L_{eq}) e ponderadas em dB(A) em função da exposição do trabalhador durante o período ocupacional, precisamente por tomar em consideração os períodos de silêncio, períodos entre os quais as terminações da células ciliadas podem recuperar do estado de fadiga auditiva fazendo o trabalhador recuperar o seu estado de audição normal sem que ocorra lesão permanente. Assim, a exposição ao ruído é considerada quando medida durante o tempo de exposição em contínuo (8 horas de trabalho), tendo em conta não só o efeito de dose como também os períodos de silêncio.

Definindo assim, no n.º 1 do artigo 3º os Valores Limite de Exposição (VLE) e os Valores de Ação de Exposição (VAE) nos seus limites superior e inferior, como se pode verificar na tabela 1. Determina também um conjunto de medidas a aplicar sempre que sejam atingidos ou ultrapassados esses valores protegendo o trabalhador no que respeita a audição. Os valores limite de exposição não devem ser ultrapassados e, sempre que se atinjam os valores de acção de exposição (inferiores/superiores) existe a necessidade de adopção de programas de medidas específicas.

Tabela 1: Valores limite e de ação superior e inferior de exposição.

	$L_{EX,8h}$ dB (A)	L_{Cpico} dB (C)
Valores limite de exposição (VLE)	87 dB (A)	140 dB (C)
Valores de acção de exposição (VAE) superiores	85 dB (A)	137 dB(C)
Valores de acção de exposição (VAE) inferiores	80 dB (A)	135 dB(C)

Fonte: Decreto-Lei n.º 182/2006 de 6 de Setembro.

O Decreto-Lei nº 182/2006, de 6 de setembro, apenas considera como efeitos decorrentes da exposição ocupacional os riscos de perda auditiva, não existindo referência a qualquer outra implicação legal.

O Decreto-Lei nº 352/2007, de 23 de Outubro, respeitante à Tabela Nacional de Incapacidades para acidentes de trabalho e doenças profissionais, apenas estabelece no Anexo II a tabela para perdas auditivas e coeficientes de ponderação de acordo com a idade e o tempo de exposição, não fazendo referência a outras implicações na saúde humana causadas pelo ruído.

Além da legislação nacional específica são seguidas as orientações fixadas por normas internacionais aplicáveis a prevenção e controlo do ruído.

O recurso à estrutura de uma instituição internacional, a *International Organization for Standardization* (ISO), demonstra os esforços da parte da comunidade científica para otimizar as metodologias no âmbito da avaliação da exposição ao ruído (ocupacional e ambiental).

Para além desta instituição internacional, existem outros organismos de normalização no âmbito do ruído, como por exemplo a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH), a *American Industrial Hygiene Association* (AIHA), o *Institut National de Recherche et de Sécurité* (INRS), a *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA), o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), e a Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (OSHA:EU), Organização Internacional do Trabalho (OIT).

A norma NP EN ISO 1730:1996 referente à descrição e medição do ruído ambiente. O risco de perda auditiva originada pelo ruído está definido na norma portuguesa NP EN ISO 1733: 1981 que determinava a exposição ao ruído durante o exercício de uma atividade profissional com vista à proteção da audição, estabelece como avaliar a incapacidade por perda da audição, como calcular os diversos níveis sonoros equivalentes, os riscos que lhe estão associados e os limites admissíveis. A metodologia de medição de ruído é devidamente enquadrada na norma NP EN ISO 9612: 2011 que define a determinação da exposição ao ruído ocupacional e o seu método de engenharia.

3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

O enquadramento metodológico compreende a metodologia de investigação que irá ser aplicada neste estudo, nomeadamente a sua delimitação no que respeita à população da amostra e os respetivos instrumentos de investigação utilizados.

3.1 Objetivos da Dissertação

A presente dissertação consiste num trabalho de investigação piloto com o objetivo principal de analisar a influência da exposição ao ruído no desempenho cognitivo em estudantes universitários, considerando o sexo e a sensibilidade individual ao ruído.

Os objetivos específicos deste estudo são:

- Avaliação do ruído como fator de perturbação no desempenho cognitivo;
- Análise da influência de três níveis de exposição sonora (60 dB(A), 75 dB(A) e 85 dB(A)) no desempenho cognitivo;
- Detecção da correlação entre o aumento dos níveis de exposição sonora e a diminuição do desempenho cognitivo;
- Averiguação da existência de relação entre a evolução do desempenho cognitivo e a sensibilidade individual ao ruído nos três níveis de exposição sonora;
- Averiguação da existência de diferenças entre o sexo masculino e feminino e o respetivo desempenho cognitivo nos três níveis de exposição sonora;
- Detecção de uma correlação entre o aumento dos níveis de ruído e a diminuição ou aumento do tempo de reação, dependendo da tarefa;
- Caracterização da evolução temporal do desempenho cognitivo em cada uma das três condições estipuladas.

3.2 Materiais e Métodos

Seguidamente procedeu-se à realização de ensaios laboratoriais para a obtenção de dados, a sua análise e interpretação, culminando na apresentação das conclusões do estudo e perspectivas de trabalhos futuros.

Considerando os objetivos propostos, bem como as hipóteses levantadas, trata-se de um estudo baseado no método experimental, uma vez que se submeteu o objeto de estudo à influência de variáveis, em condições controladas e conhecidas, para se observar os resultados que as variáveis produzem no objeto de estudo (Prodanov & Freitas, 2013). De acordo com Branco (2013) citando Fortin (2009), pode ser também considerado um estudo descritivo correlacional uma vez que se tentou explorar e determinar a existência de relações entre variáveis, com vista a descrever essas relações. Além disso, o estudo em causa enquadra-se no paradigma quantitativo, que segundo Prodanov & Freitas (2013) é um processo sistemático da colheita de dados quantificáveis.

Os dados relativos aos instrumentos utilizados e à tarefa cognitiva foram inseridos no programa *Microsoft Office Excel 2007*® de forma a proceder à sua organização, análise e representação gráfica. Posteriormente procedeu-se à análise e tratamento estatístico através da utilização do programa estatístico *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 18.0*® para *Windows da Microsoft*®.

Os dados relativos aos níveis de pressão sonora, recolhidos e registados pelo sonómetro, foram analisados através do *software dBTRAIT* que acompanha o equipamento.

A fase inicial da metodologia pressupõe uma revisão bibliográfica, seguida da análise documental encontrada. Seguidamente definiu-se a metodologia a utilizar neste estudo para posterior realização dos ensaios. Esta fase iniciou-se com a preparação da câmara climática; preparação dos equipamentos e instrumentos a utilizar; aquando da receção dos voluntários aplicou-se o questionário de sensibilidade individual ao ruído e o questionário de sensação térmica e sintomatologia inicial; procedeu-se à realização da tarefa cognitiva dentro da câmara climática; e no final voltou-se a aplicar o teste de sensação térmica e sintomatologia final de modo a averiguar diferenças. Seguiu-se o tratamento dos dados obtidos para posterior análise e discussão dos resultados, terminando com a apresentação das conclusões e perspectivas futuras. A figura 4 representa a esquematização gráfica global das fases da metodologia definida.

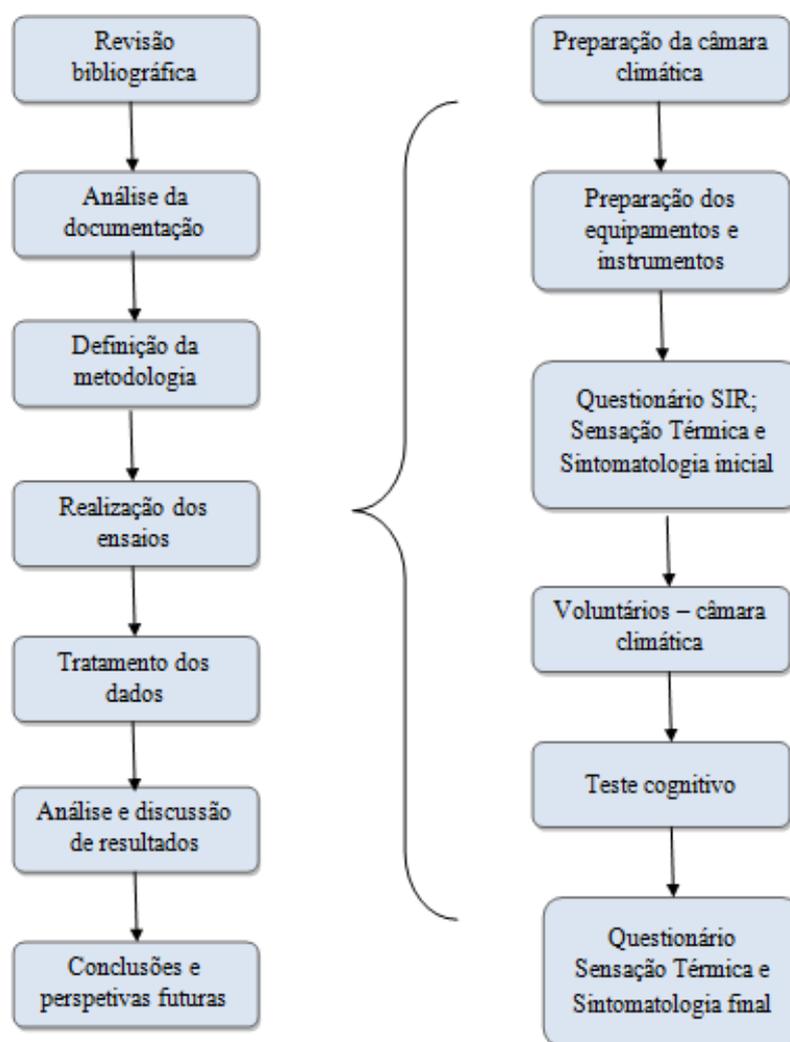


Figura 4: Esquema global da metodologia definida.

3.2.1 Envolvente/ Contexto

Os ensaios decorreram no Laboratório de Prevenção de Riscos Ocupacionais e Ambientais (PROA), no 4º Piso do Edifício F – Minas e Metalurgia, na sala F403, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP). Uma infraestrutura associada ao Laboratório de

Biomecânica da Universidade do Porto (LABIOMEPE) com o principal foco na área ocupacional, incluindo a investigação da exposição ao ruído, vibrações, stress térmico e realização de movimentos repetitivos, inerentes a várias classes profissionais.

3.2.2 Seleção e caracterização da amostra

Para o presente estudo os voluntários selecionados são estudantes universitários (de licenciatura ou mestrado), ou trabalhadores estudantes, sendo que o contexto de trabalho em todos os casos realiza-se em ambiente de escritório apesar das diferentes profissões. A amostra é constituída por 38 voluntários, 55,26% do sexo feminino (N=21) e 44,74% do sexo masculino (N=17), com idade média de $27,21 \pm 4,91$ anos. Na tabela 2 pode-se verificar a caracterização da amostra relativamente à idade e no gráfico 1 a sua distribuição em função do sexo.

Tabela 2: Caracterização da amostra relativamente à idade.

Idade (anos)	
Média	27,21
Desvio-padrão	4,91
Mediana	26,00
Moda	26,00
Máximo	41
Mínimo	18

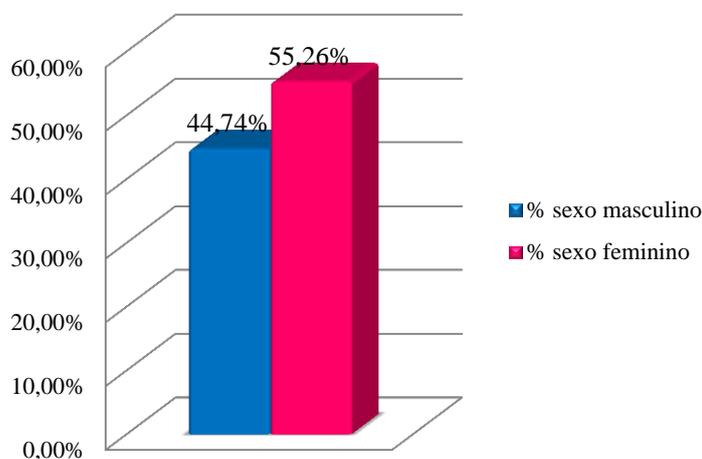


Gráfico 1: Distribuição da amostra em função do sexo.

Nenhum procedimento foi realizado sem o consentimento informado assinado pelos voluntários, cujos dados pessoais foram protegidos, podendo abandonar o estudo a qualquer momento e sem qualquer tipo de justificação. Os sujeitos foram informados sobre as especificidades do procedimento experimental, os riscos associados e a possibilidade de sentirem desconforto. No anexo I apresenta-se o modelo de consentimento informado utilizado.

3.2.3 Equipamentos utilizados

A componente prática deste estudo compreende a realização de ensaios laboratoriais. Estes decorreram numa câmara climática (não anecoica) tendo sido selecionados parâmetros e equipamentos adequados para o estudo como pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3: Equipamentos e materiais utilizados.

Equipamentos e materiais	Finalidade
Câmara Climática Fito Clima 25000	Controlo de temperatura e humidade do ar
Sonómetro 01dB <i>Solo</i>	Medição dos níveis de pressão sonora
Computador	Tarefa cognitiva – <i>software</i> PEBL ³
Colunas de Som	Fonte de ruído

3.2.3.1 Câmara climática

Os ensaios decorreram na câmara climática FITOCLIMA 25000 EC20 (3,60 m x 3,20 m x 2,40 m), instalada no Laboratório PROA. A câmara climática foi projetada e fabricada para a realização de testes climáticos e destina-se ao controlo preciso das condições ambientais, nomeadamente, temperatura (-20°C a 50°C, $\pm 0,5^\circ\text{C}$), humidade relativa (30% a 98% $\pm 2\%$), e monitorização das concentrações de Dióxido de Carbono (CO₂) e Oxigénio (O₂) ao longo do tempo (Martins, 2014).

A câmara climática foi escolhida para a realização dos ensaios uma vez que é o equipamento disponível que permite o necessário controlo da temperatura e humidade relativa, de modo a manter estes parâmetros de conforto térmico estáveis para um trabalho estático, nomeadamente 25°C e 50% de humidade relativa. Os registos deste controlo podem ser consultados no anexo VI em CD. Além deste aspeto também permite que a iluminância seja igual em todos os ensaios. Devido ao seu isolamento também permite criar as mesmas condições nas três condições de ruído simuladas para todos os voluntários de modo a que o ruído externo não cause alterações.

Cada voluntário foi sujeito a três condições de exposição sonora diferentes: Condição 1 - correspondente ao nível de pressão sonora que se faz sentir na câmara 60 dB $\pm 1,5$ dB; Condição 2 - correspondente ao nível de pressão sonora de 75 dB $\pm 1,5$ dB; Condição 3 - correspondente ao nível de pressão sonora de 85 dB $\pm 1,5$ dB.

Para a estabilização de todas as variáveis, a câmara climática deve ser ligada pelo menos 4 horas antes da realização dos ensaios (Martins, 2014).

Realizaram-se no total 114 ensaios, isto é, 3 ensaios (um de cada condição) para cada voluntário. Para a realização dos ensaios em questão, a câmara climática encontra-se equipada com uma mesa, cadeira, monitor, teclado e colunas de som. Também foi colocado no seu interior o sonómetro *01dB Solo* de modo a medir os níveis de pressão sonora que se faziam sentir durante a realização dos ensaios. A figura 5 demonstra a câmara utilizada e o computador principal onde decorre a bateria do teste cognitivo utilizado.

3.2.3.2 Sonómetro 01 dB Solo

O equipamento utilizado para o efeito foi um sonómetro de classe de exatidão 1 (medição de campo a elevada precisão) e da marca *01dB* modelo *Solo*. O aparelho foi selecionado para medir

³ *Software* disponível em <http://pebl.sourceforge.net/>

em contínuo selecionando o filtro de ponderação A de forma a caracterizar os valores de L_{Aeq} e os valores de L_{Cpico} . Foram realizadas calibrações ao sonómetro nos períodos que antecederam e precederam às séries de medições realizadas, as quais verificaram um valor de correção idêntico de $\pm 0,2$ dB logo dentro dos valores determinados pelo fabricante (valores $\pm 1,5$ dB).

A metodologia de recolha de dados através da utilização de um sonómetro tem em consideração as prescrições inscritas no Decreto-lei n.º 182/2006 e foi realizada de acordo com o disposto na NP EN ISO 9612:2011. O equipamento foi colocado a uma altura de 0,80 m (voluntário na posição sentado) e a uma distância do canal auditivo externo do voluntário de 0,3 m uma vez que este tem de estar presente a realizar a tarefa cognitiva.

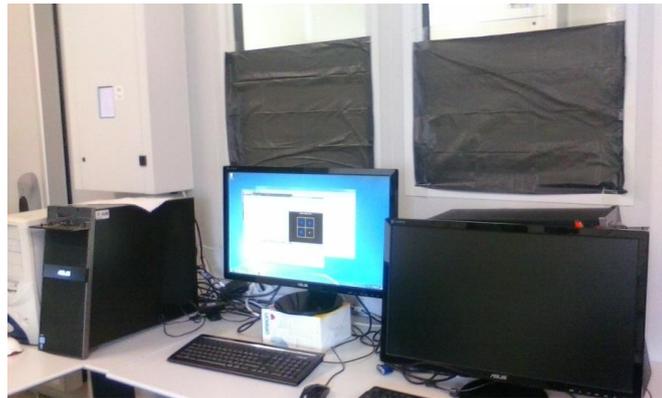


Figura 5: Câmara climática utilizada nos ensaios.

Os valores obtidos foram registados e tratados no *software dBTRAIT* que acompanha o equipamento para tratar os registos das medições de cada ensaio realizado, desde o início até ao final da tarefa, de onde se extraíram valores de L_{Aeq} , desvio-padrão, máximo, mínimo e de $L_{EX,8h}$. No anexo VII disponível em CD é possível verificar que todos os voluntários estiveram expostos a aproximadamente 60 dB(A) na condição 1, a 75 dB(A) na condição 2 e a 85 dB(A) na condição 3. A figura 6 representa um ensaio, onde se verifica a posição do sonómetro.



Figura 6: Representação de um ensaio.

3.2.3.3 Computador e colunas

Nos ensaios foi utilizado um computador, no exterior da câmara climática diretamente ligado ao monitor localizado no interior da câmara, contendo, o *software* de registo dos parâmetros relativos à câmara climática, para além da bateria de testes PEBL (*Psychology Experiment Building Language*). Através das colunas de som foi possível induzir no interior da câmara os níveis de pressão sonora pretendidos para a condição 2 e 3.

O som escolhido corresponde ao tipo de ruído branco. Este é um tipo de ruído produzido pela combinação simultânea de sons de todas as frequências. Por conter sons de todas as frequências, o ruído branco é frequentemente empregado para mascarar outros sons (Kuo, 1996; Mancini & Carter, 2009).

Com o sonómetro foi medido a que volume teria de se encontrar o controlador de volume das colunas para serem registados níveis de aproximadamente 75 dB(A) e 85 dB(A).

3.2.4 Instrumentos utilizados

3.2.4.1 Questionário de sensação térmica e sintomatologia

No presente estudo utilizou-se um questionário, dividido em três partes, para quantificação de parâmetros subjetivos de conforto: a sensação, a preferência térmica e a sintomatologia. O levantamento das respostas subjetivas baseou-se nos princípios estabelecidos pela norma ISO 10551:1995. A primeira parte é relativa à percepção de sensação térmica e baseia-se numa escala com sete pontos, em que o ponto médio corresponde ao conforto térmico (Neutro), três pontos da escala são relativos às sensações de calor (Quente, Morno, Ligeiramente Morno) e três correspondem às sensações de frio (Ligeiramente Fresco, Fresco, Frio), mostrando assim satisfação ou insatisfação com o ambiente da câmara climática, no início e no fim do ensaio (Martins, 2014). A segunda parte do questionário é relativa à preferência de sensação térmica, isto é, se o voluntário gostaria de se sentir Mais Quente, Neutro ou Mais Frio. A última parte é relativa à sintomatologia sentida, aquando da entrada na câmara climática e no final do ensaio. Este instrumento pode ser consultado no anexo II, tendo sido anteriormente utilizado por Emília Costa e devidamente validado (Martins, 2014).

Os dados retirados destes questionários foram registados numa folha de cálculo (*Microsoft Office Excel*®) para seguidamente se realizarem as representações gráficas apresentadas no capítulo dos resultados obtidos.

3.2.4.2 Questionário de sensibilidade individual ao ruído

Como estratégia metodológica, foi aplicado um questionário de auto-avaliação da sensibilidade individual ao ruído com o objetivo de distinguir os elementos “sensíveis ao ruído” dos “não sensíveis ao ruído”. Este questionário está disponível para consulta no anexo III.

A sensibilidade individual ao ruído é geralmente medida por um questionário, tanto em estudos aplicados no terreno, como em laboratório. Para quantificar a sensibilidade individual ao ruído foi utilizada a escala de Weinstein, ou Weinstein’s Noise Sensitivity (WNS) Scale, traduzida e adaptada para português, e já aplicada em outros estudos, por exemplo, Luz (2005), Miyakawa *et al.* (2008), Heinonen-Guzejev (2009), Kishikawa, *et al.*, (2006), Arezes *et al.* (2009) e Barbosa (2009).

Observando a sensibilidade ao ruído como um traço de personalidade relativamente estável, Weinstein (1978) concebeu a “Noise Sensitivity Scale”. Esta é constituída por itens que abordam reações efetivas ao ruído numa variedade de situações. Belojevic *et al.* (2003) e Kishikawa, *et al.* (2006), mencionam que a fiabilidade, consistência interna, estrutura fatorial e validade de construção da escala de sensibilidade ao ruído de Weinstein foram consideradas satisfatórias

para validação. Estudos mostraram a correlação significativa entre o ruído irritante/aborrecido e a sensibilidade ao ruído identificada na WNS (Kishikawa *et al.*, 2006).

A escala de sensibilidade ao ruído de Weinstein (1978) é constituída por 21 itens, cuja maioria expressa atitudes, face ao ruído e reações emocionais a uma variedade de sons. Segundo Luz (2005), cada questão é pontuada até 6 pontos, desde “discordo totalmente” a “concordo totalmente”, numa codificação de 1 a 6. Existem também questões com codificação inversa, que posteriormente são recodificadas de acordo com o regime de pontuação geral das outras questões. De salientar, que em relação à pontuação, existem escalas classificadas de 1 a 7 pontos, tal como a utilizada por Arezes *et al.* (2009) e de 0 a 5, utilizada por Kishikawa *et al.* (2006).

Neste estudo, cada questão da WNS é apresentada com 7 pontos de classificação que vão desde "discordo totalmente" a "concordo totalmente" (codificados de 1 a 7). As perguntas com classificação inversa (7 “discordo totalmente” a 1 “concordo totalmente”) foram posteriormente reclassificadas de acordo com o mesmo regime de pontuação aplicado nas outras questões. Estas segundo Luz (2005) são as questões n.º 1, 3, 8, 12, 14, 15 e 20. Da soma de todos os itens (após reclassificação), o inquirido poderá obter uma pontuação de sensibilidade ao ruído que variará entre 21 e 147 pontos. De acordo com este regime, a pontuação mais elevada denota uma maior sensibilidade ao ruído e inversamente, uma pontuação menor, uma menor sensibilidade ao ruído. Para a classificação dos sujeitos em relação à sensibilidade individual ao ruído, utilizou-se como critério a mediana obtida para a pontuação variável na WNS. Deste modo, os indivíduos foram classificados como Sensíveis ao Ruído (SR) e Não Sensíveis ao Ruído (NSR), dependendo da sua pontuação na WNS. Como tal, para uma pontuação igual ou superior à mediana, os indivíduos foram considerados SR e, do mesmo modo, para uma pontuação inferior à mediana, considerados NSR, tal como o procedimento adotado no estudo realizado por Barbosa (2009) citando o estudo de Arezes *et al.* (2009).

Os dados relativos a este questionário foram registados numa folha de cálculo (*Microsoft Office Excel*®) e analisados relativamente às medidas estatísticas. Foram também realizadas as representações gráficas SR vs NSR e em função do sexo (SR masculino vs SR feminino; NSR masculino vs NSR feminino).

3.2.4.3 Tarefa cognitiva

A plataforma de testes psicológicos PEBL (*Psychology Experiment Building Language Test Battery*) contém testes válidos e versáteis, amplamente utilizados na área da investigação para avaliação da performance cognitiva e de comportamentos de participantes (Mueller & Piper, 2013). Esta bateria de testes têm um analisador implícito que permite interpretar o código de programação que controla a apresentação do estímulo, a recolha de resposta, e a gravação dos dados.

O PEBL é um sistema aberto, licenciado sob a *Licença Pública*. Isto permite que os usuários instalem livremente o *software* em quantos computadores desejarem e partilhem experiências sem a necessidade de bloqueios de *hardware*. Foi no ano de 2002 que se começou a projetar esta bateria de testes mas apenas em 2005 se começou a fazer uso efetivo dela. Desde 2008 que começaram a surgir publicações de estudos onde se utilizou esta bateria de testes, Mueller & Piper (2013) identificaram mais de 150 artigos publicados, teses, relatórios, conferências, apresentações e publicações similares que usaram ou citaram os testes PEBL. Os diferentes estudos estavam associados à inteligência artificial, psicologia cognitiva, neurologia, psicologia clínica, estudo comportamental e cognitivo, educação, fisiologia, etc. A mais recente bateria de testes conta com 50 testes que avaliam várias capacidades de função executiva utilizadas ao longo da vida como por exemplo, a atenção, planeamento, tomada de decisão/ reação a estímulos, memória, noção espacial, etc. (Cohen *et al.* 2014).

A tarefa Go-NoGo foi a escolhida desta plataforma para ser realizada pelos voluntários, uma vez que apresenta um relatório por teste onde regista o número de erros, o tempo total do teste e o

tempo de reação aos estímulos, permitindo-nos avaliar a capacidade de atenção, concentração e reação/inibição em relação a estímulos (Bezdjian, 2009).

É uma tarefa de inibição ou reação de resposta, onde os estímulos são apresentados num fluxo contínuo e os participantes realizam uma decisão binária em cada estímulo: a resposta motora deve ser executada ou inibida. O domínio da impulsividade traduz-se na dificuldade no controlo inibitório da resposta, enquanto o domínio da desatenção inclui a dificuldade de concentração e estes são exemplificados no paradigma Go-NoGo (Bezdjian, 2009; Cohen *et al.* 2014). Deste modo, os erros obtidos do paradigma “Go” refletem a falta de atenção, enquanto que os erros obtidos do paradigma “NoGo” refletem a impulsividade.

A tarefa consiste, na observação de uma apresentação sequencial de letras (apenas “P” ou “R”) numa matriz 2x2, e na resposta a uma letra alvo. Cada quadrante da matriz é constituído por uma estrela, sendo uma delas substituída, sequencialmente, pela letra R ou P. O teste contém 320 estímulos distribuídos por duas rondas, ou seja, 160 estímulos na ronda 1 e 160 estímulos na ronda 2. Cada ronda tem 128 estímulos “P” e 32 estímulos “R”.

A condição Go corresponde a uma letra alvo e os voluntários devem pressionar a tecla “SHIFT” do teclado em resposta à letra alvo. Na condição NoGo os voluntários devem reter a sua resposta em relação à letra não-alvo. Na ronda 1 a condição Go diz respeito ao estímulo correspondente à letra “P” enquanto a condição NoGo corresponde à letra R. Na ronda 2 verifica-se o inverso. Assim, podemos concluir que a ronda 1 é mais ativa uma vez que deve existir uma reação a 128 estímulos (P) e a inibição a 32 estímulos (R), e a ronda 2 menos ativa uma vez que deve existir uma reação apenas a 32 estímulos (R) e a inibição a 128 estímulos (P). A figura 7 representa o fluxograma explicativo dos estímulos da tarefa Go-NoGo e a figura 8 representa a matriz da tarefa cognitiva Go-NoGo.

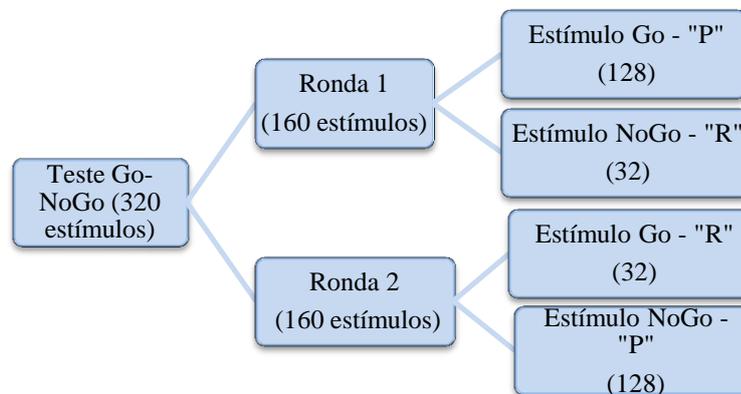


Figura 7: Fluxograma explicativo dos estímulos da tarefa Go-NoGo.

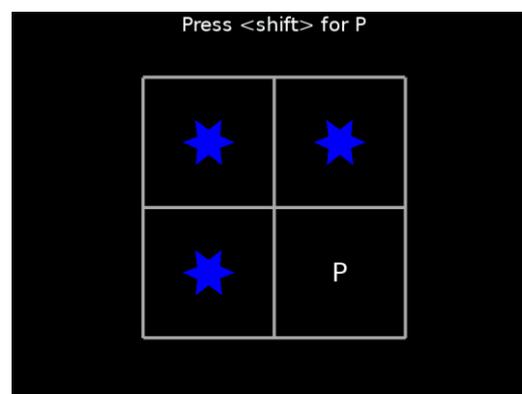


Figura 8: Imagem representativa do teste Go-NoGo.

Os erros cometidos numa condição “NoGo” são respostas que ocorrem quando não é necessário haver reação ao estímulo e portanto não é necessário existir resposta. Estes erros são assumidos para refletir a impulsividade, nervosismo, ansiedade, etc. Os erros cometidos numa condição “Go” refletem a ausência de resposta a um alvo e são assumidos para refletir sintomas de desatenção (Bezdjian, 2009 citando Barkley, 1991; Halperin, Wolf, Greenblatt, & Young, 1991).

Antes da execução da tarefa, as instruções de funcionamento aparecem dispostas no monitor do computador dos voluntários, seguindo-se uma breve sessão para treino de modo a garantir que a tarefa tenha sido totalmente compreendida.

Cada voluntário realizou um teste nas 3 condições de ruído. O tempo médio de duração do teste é de cerca de 8 a 9 minutos dependendo a velocidade de resposta dos voluntários. No entanto, cada voluntário esteve exposto às condições de ruído cerca de 10 minutos uma vez que realizaram os questionários de sensibilidade térmica e sintomatologia dentro da câmara climática.

Os ensaios com o mesmo voluntário ocorreram com pelo menos 24 horas de diferença entre as sessões.

Para organizar e tratar os dados de cada ensaio que o *software* regista automaticamente, criou-se um ficheiro no *Microsoft Office Excel*®, por voluntário com 6 folhas de cálculo: 2 por cada ensaio – a primeira com a lista dos 320 estímulos, com as seguintes colunas essenciais à análise: ronda (1 ou 2); resposta correta (P na ronda 1), (R na ronda 2); n.º de tentativa (da 1 a 160 por ronda); estímulo (P ou R) correspondente a cada tentativa; se deve existir resposta ao estímulo (1) ou não (0); se efetivamente foi respondido (1) ou não (0); tempo de reação a cada estímulo. A segunda com o relatório automático onde se verifica o n.º total de respostas corretas e respetivas médias; na ronda 1 a média e desvio-padrão de reações corretas a estímulos P e a média e desvio-padrão de reações corretas a estímulos R; na ronda 2 a média e desvio-padrão de reações corretas a estímulos P e a média e desvio-padrão de reações corretas a estímulos R; na ronda 1 a média e desvio-padrão do tempo de resposta a estímulos P e respetivo “N” e a média e desvio-padrão do tempo de resposta a estímulos R e respetivo “N”; na ronda 2 a média e desvio-padrão do tempo de resposta a estímulos P e respetivo “N” e a média e desvio-padrão do tempo de resposta a estímulos R e respetivo “N”. Estes ficheiros podem ser consultados no anexo VIII disponível em CD.

É considerado um erro se o valor da coluna “resposta correta” não coincidir com o valor da coluna “resposta efetiva”, ou seja, se “0,0” ou “1,1” é considerado resposta correta, se “0,1” ou “1,0” é considerado resposta errada.

Assim, na ronda 1 é considerado erro sempre que não se reagir a um estímulo Go - P e sempre que se reagir a um estímulo NoGo - R. Na Ronda 2 é considerado erro se se reagir a um estímulo NoGo - P e não se reagir a um estímulo Go - R.

Para calcular a percentagem de erros totais por ronda tem de se considerar os 160 estímulos (“P” + “R”). Da mesma forma que para calcular a percentagem total de erros do teste deve-se considerar 320 estímulos totais.

Também se calculou essa percentagem de erros “P” e “R” isoladamente para cada ronda, ou seja, total de erros “P” na ronda 1 (n.º erros “P”/128 estímulos P), total de erros “R” na ronda 1 (n.º erros “R”/32 estímulos R). No que respeita a ronda 2 o processo foi o mesmo. Estes cálculos foram realizados para cada ensaio, resultando na tabela que se encontra no anexo IX disponível em CD.

Também foi possível calcular a percentagem de erros totais de 40 em 40 estímulos para se verificar a evolução dos erros ao longo do teste em cada uma das 3 condições de exposição sonora. Também é possível verificar no anexo X disponível em CD.

Por último calculou-se a média do tempo de reação por estímulo por ronda, em cada uma das condições de exposição sonora, resultando na tabela que se encontra no anexo XI disponível também em CD.

Em cada ficheiro foram calculadas as medidas estatísticas: média, desvio-padrão, mediana, moda, máximo e mínimo de modo a realizarem as representações gráficas que se encontram no capítulo referente aos resultados. Também se dividiram os resultados relativos à “percentagem média de erros” e “tempo de reação” entre sensíveis e não sensíveis ao ruído e entre sexos com o objetivo de se efetuarem as comparações apresentadas do capítulo referente aos resultados.

Os resultados da tarefa cognitiva foram comparados não só ao nível das 3 condições de ruído, mas também em relação ao sexo dos voluntários e em relação à sensibilidade individual ao ruído dos mesmos.

3.2.5 Tratamento estatístico dos dados

O tratamento estatístico inclui todo o processo de análise dos dados e interpretação dos resultados. A presente investigação foi processada através da estatística descritiva e da estatística inferencial. Na avaliação das questões de investigação foi aplicado inicialmente o teste de normalidade (*Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk*). Apesar da amostra ter um $N > 30$ e por este facto poder assumir-se a normalidade, após a aplicação dos testes verificou-se que a amostra não segue a normalidade. Por este motivo foram utilizados testes não paramétricos para análise da significância dos resultados, nomeadamente o teste de Friedman para amostras emparelhadas, no que respeita a comparação de erros cometidos nas 3 condições e ao tempo de reação aos estímulos verificado também nas 3 condições, uma vez que foram os mesmo sujeitos submetidos a condições diferentes, logo a mesma amostra. No que respeita aos erros, quando após a aplicação do teste de Friedman se verifica que existem diferenças estatisticamente significativas parte-se para uma análise em pares utilizando o Teste do Sinal (uma vez que não se verificou simetria nas amostras, rejeitando a aplicabilidade do teste de Wilcoxon) para verificar qual par foi estatisticamente diferente (condição 1 vs condição 2; condição 1 vs condição 3; condição 2 vs condição 2). Para avaliar as diferenças significativas no tempo de reação aos estímulos utilizou-se o teste de Wilcoxon visto que se verificou uma simetria nas amostras. Para avaliar as diferenças entre os SR e os NSR e entre o sexo masculino e feminino, neste caso tratando-se de amostras independentes, utilizou-se o teste Mann-Whitney. O índice de significância utilizado foi de 5% ($p = 0,05$), um intervalo de confiança de 95%.

3.2.6 Procedimento dos ensaios

O presente estudo partiu da ideia inicial de perceber de que modo o ruído pode influenciar o desempenho cognitivo, quando é este o único agente a causar perturbação. Deste modo isolaram-se os voluntários na câmara climática enquanto realizavam a tarefa cognitiva, expondo-os a uma fonte de ruído de 60 dB(A), 75 dB(A) e 85 dB(A). Em laboratório foram tomadas certas precauções para assegurar a integridade dos dados e assegurar um certo rigor e controlo sobre os estímulos ambientais que possam alterar a atenção da performance dos voluntários. Encontram-se no interior da câmara climática isolados de qualquer ruído adicional e afastados de quaisquer distrações (relógios, telemóvel). O nível de iluminação foi mantido de forma constante durante os ensaios. As janelas da câmara climática também foram tapadas para evitar distrações do exterior. Uma vez que outras variáveis ambientais também são suscetíveis de influenciar a performance cognitiva, a câmara climática permitiu controlar a temperatura e humidade relativa do modo a serem mantidas dentro dos níveis de conforto. O protocolo definido pode ser consultado no anexo IV.

PARTE 2

4 RESULTADOS: ANÁLISE E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados quantitativos obtidos a partir dos diferentes instrumentos de investigação, analisados e, seguidamente, discutidos. Nesta sequência, em primeiro lugar, serão apurados os resultados obtidos através da aplicação do questionário de Sensação Térmica e Sintomatologia (inicial e final), os resultados obtidos através da aplicação do questionário da Sensibilidade Individual ao Ruído, elaborado com base na Weinstein's Noise Scale (WNS), aplicado aos sujeitos, tendo como finalidade classificá-los em relação à sensibilidade individual ao ruído. Posteriormente, apresentar-se-ão os resultados da tarefa cognitiva Go-NoGo realizada nos ensaios pelos voluntários.

4.1 Questionário de Sensação Térmica e Sintomatologia

No que respeita à sensação térmica percecionada pelos voluntários, é possível observar nos gráficos elaborados a sensação térmica dos indivíduos em termos de percentagem, resultante da aplicação do questionário baseado na escala de sete sensações.

Os gráficos 2 e 3 dizem respeito a percentagem de sensações no início e no final do ensaio a um nível de exposição sonora ($L_{A,eq}$) de 60 dB(A), respetivamente.

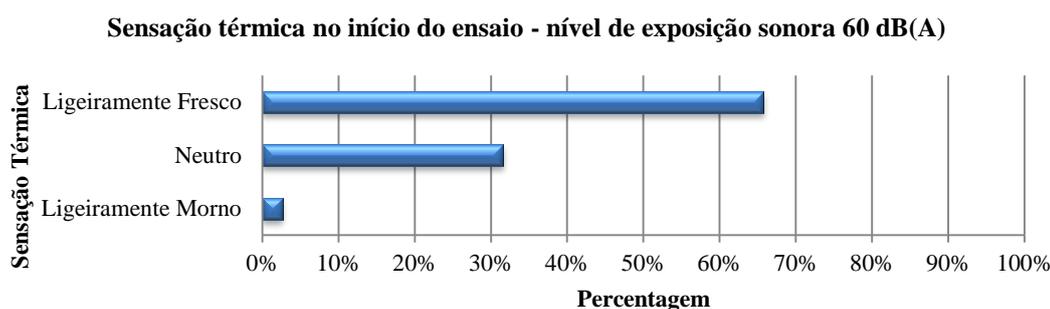


Gráfico 2: Sensação térmica percecionada no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).

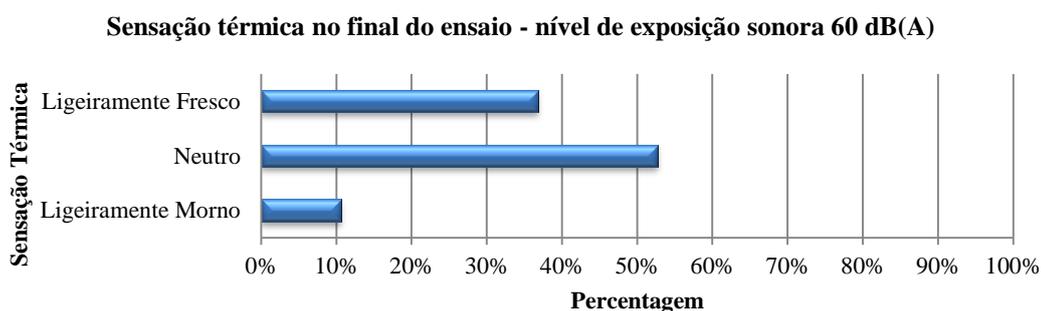


Gráfico 3: Sensação térmica percecionada no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).

Verifica-se que, aquando a entrada na câmara climática, os voluntários tiveram diferentes opiniões relativamente à sensação percecionada. Aproximadamente 66% percecionaram um ambiente ligeiramente fresco, 32% um ambiente neutro e cerca de 3% um ambiente ligeiramente morno, sendo a mais significativa a perceção de um ambiente ligeiramente fresco. No final do ensaio verificou-se que as sensações de ambiente ligeiramente fresco diminuíram, aumentando a perceção de um ambiente neutro, cerca de 53% e de um ambiente ligeiramente morno (10,53%).

Na condição 2 ($L_{A,eq}$ 75 dB(A)), pela análise dos gráficos 4 e 5, verificou-se que os resultados ao questionário foram semelhantes, na entrada na câmara climática e no fim do ensaio. Pode-se verificar que inicialmente a maioria dos voluntários (cerca de 61%) classificou o ambiente como ligeiramente fresco, enquanto cerca de 29% teve a percepção de ambiente neutro e apenas 10% de um ambiente ligeiramente morno.

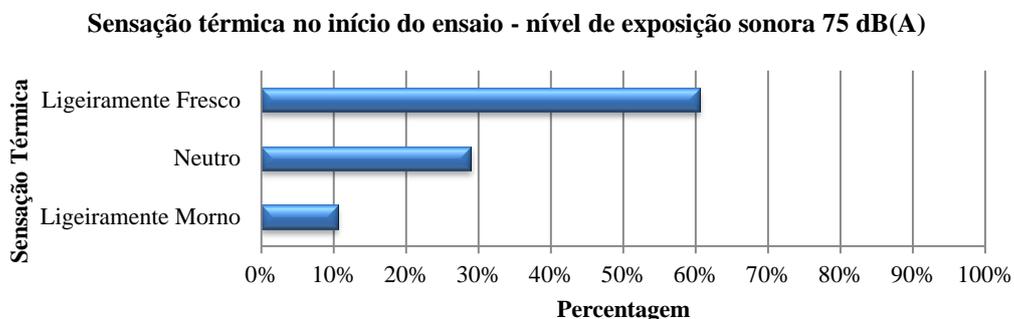


Gráfico 4: Sensação térmica percebida no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).

No final do ensaio, verificou-se novamente que a maioria (71%) percebeu um ambiente neutro diminuindo a percentagem de percepções relativas a um ambiente ligeiramente fresco (21%) e ligeiramente morno (cerca de 8%).

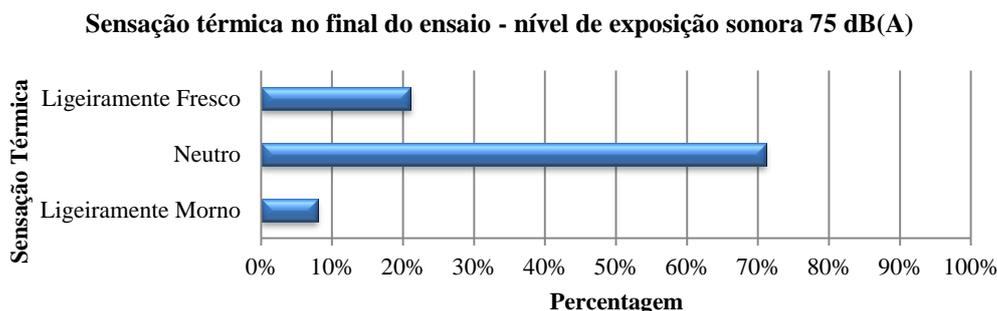


Gráfico 5: Sensação térmica percebida no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).

Já no que respeita a 3ª condição ($L_{A,eq}$ 85 dB(A)), como se pode verificar pela representação do gráfico 6, inicialmente a maioria percebeu um ambiente neutro (aproximadamente 55%). Apenas 37% dos voluntários sentiu um ambiente ligeiramente fresco e 8% um ambiente ligeiramente morno.

No final do ensaio, verificou-se novamente que a maioria percebeu um ambiente neutro. Diminuiu a percentagem de sensação a um ambiente ligeiramente fresco, e aumentou a percepção a um ambiente ligeiramente morno, como se verifica no gráfico 7.

Após a análise dos 7 gráficos de sensação térmica percebida nas 3 condições de exposição, verifica-se que existem pequenas variações e apenas 3 sensações de uma escala de 7 são percebidas (neutro, ligeiramente fresco e ligeiramente morno). A temperatura e humidade relativa nas 3 condições foi a mesma. Um facto que pode ter influenciado a percepção das sensações foi a temperatura que se fazia sentir no exterior e no laboratório nos diferentes dias, dado que nenhum voluntário foi submetido a mais do que uma condição no mesmo dia.

Sensação térmica no início do ensaio - nível de exposição sonora 85 dB(A)

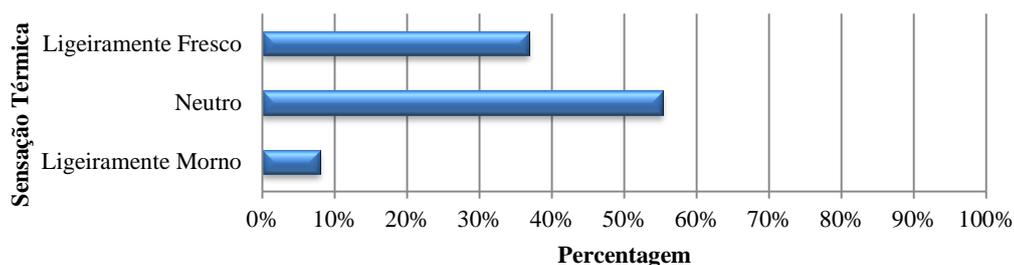


Gráfico 6: Sensação térmica percebida no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).

Sensação térmica no final do ensaio - nível de exposição sonora 85 dB(A)

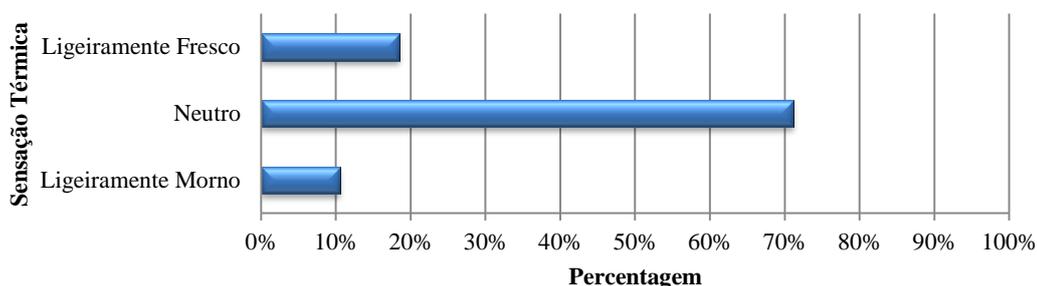


Gráfico 7: Sensação térmica percebida no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).

Relativamente à sintomatologia apresentada na 1ª condição ($L_{A,eq}$ 60 dB(A)) (gráfico 8), inicialmente aproximadamente 92% dos voluntários não apresentou nenhum sintoma enquanto aproximadamente 3% apresentava sonolência e 5% calafrios. Estes 5% pertencem ao grupo de voluntários que referenciou sentir um ambiente ligeiramente fresco.

Como se verifica no gráfico 9, a sintomatologia apresentada no final do ensaio foi muito diversificada. No entanto a maioria (55%) refere não apresentar nenhum sintoma, existindo também sonolência (34%), cansaço (8%), calafrios (5%), perda de coordenação motora (3%) e tonturas (3%).

Sintomatologia no início do ensaio - nível de exposição sonora 60 dB(A)

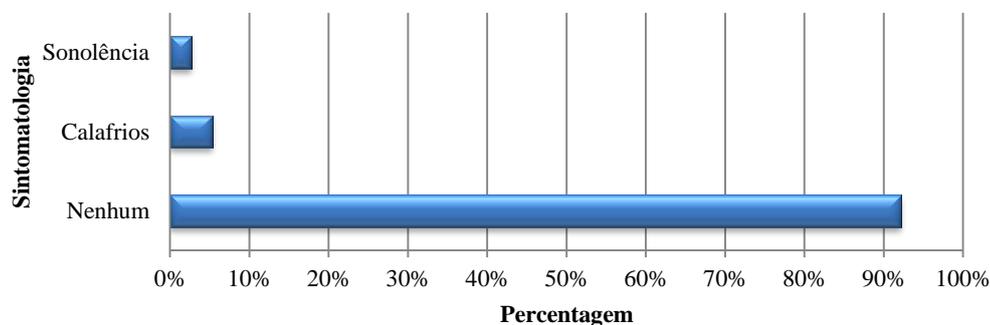
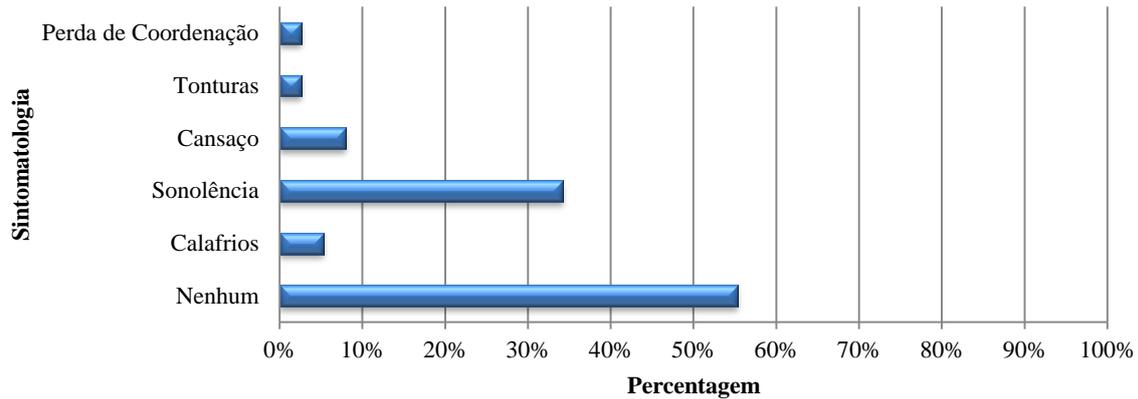
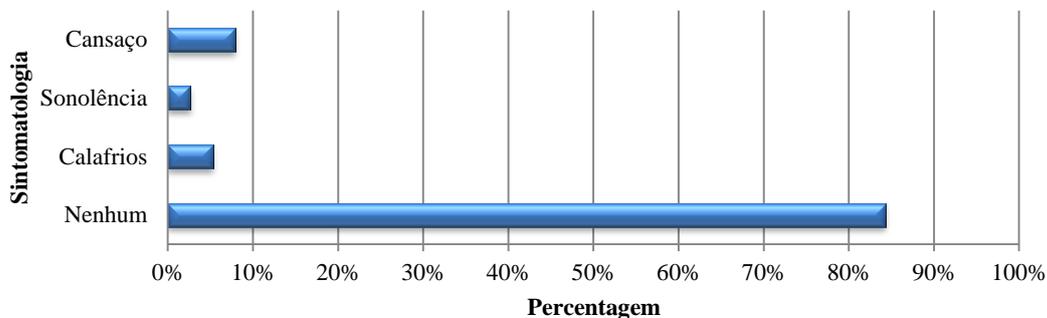


Gráfico 8: Sintomatologia percebida no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).

Sintomatologia no final do ensaio - nível de exposição sonora 60 dB(A)Gráfico 9: Sintomatologia percebida no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).

Na 2ª condição, na entrada da câmara climática, 85% dos voluntários não apresentou nenhum sintoma, enquanto 3% apresentava sonolência, 8% cansaço e 5% calafrios, como se verifica no gráfico 10. No final do ensaio, 45% dos voluntários não apresentou nenhum sintoma, 5% apresentavam dores de cabeça, 5% ansiedade, 3% enjoo, 5% tonturas, 29% cansaço, e 38% sonolência (gráfico 11). No final do ensaio verificou-se assim um maior número de sintomatologias apresentadas, onde por vezes o mesmo voluntário referia mais que um sintoma. Verifica-se que diminui a percentagem de voluntários que não apresentou nenhum sintoma no final do ensaio na condição 1, comparativamente com o final do ensaio na condição 2.

Sintomatologia no início do ensaio - nível de exposição sonora 75 dB(A)Gráfico 10: Sintomatologia percebida no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).

Na 3ª condição, na entrada da câmara climática, 84% dos voluntários não apresentou nenhum sintoma, enquanto 4% apresentava sonolência, 8% cansaço e 4% calafrios, como se verifica no gráfico 12. No final do ensaio, apenas 40% dos voluntários não apresentou nenhum sintoma, 2% apresentou pela primeira vez apatia, 11% dores de cabeça, 26% ansiedade, 5% tonturas, 21% cansaço, e 26% sonolência (gráfico 13). Mais uma vez, no final do ensaio, verificou-se um maior número de sintomas apresentados, onde o mesmo voluntário referia mais que um sintoma, e a diminuição da percentagem de voluntários que não apresentou nenhum sintoma no final do ensaio comparativamente à condição 1 e à condição 2.

Sintomatologia no final do ensaio - nível de exposição sonora 75 dB(A)

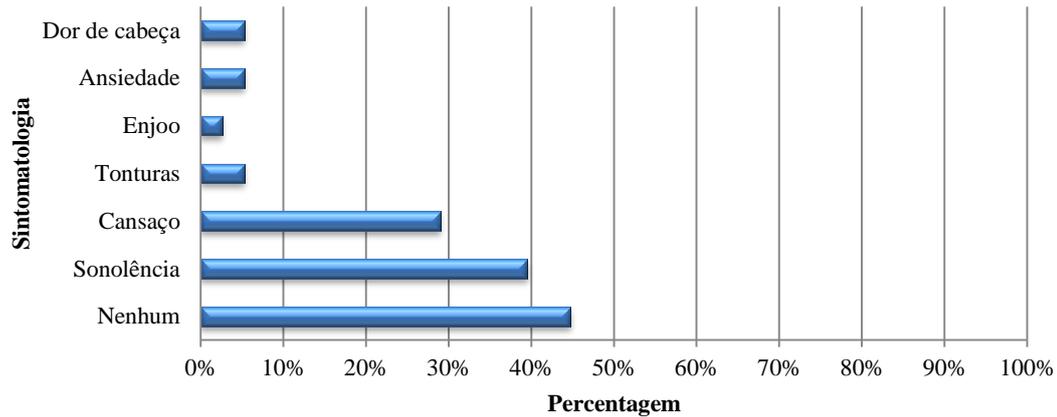


Gráfico 11: Sintomatologia percebida no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).

Sintomatologia no início do ensaio - nível de exposição sonora 85 dB(A)

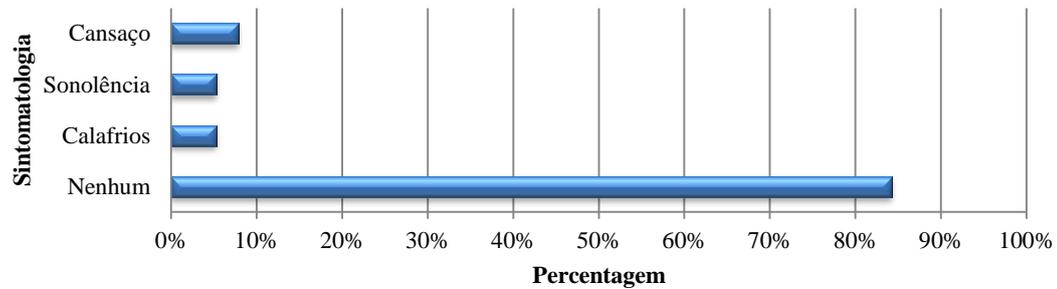


Gráfico 12: Sintomatologia percebida no início do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).

Sintomatologia no final do ensaio - nível de exposição sonora 85 dB(A)

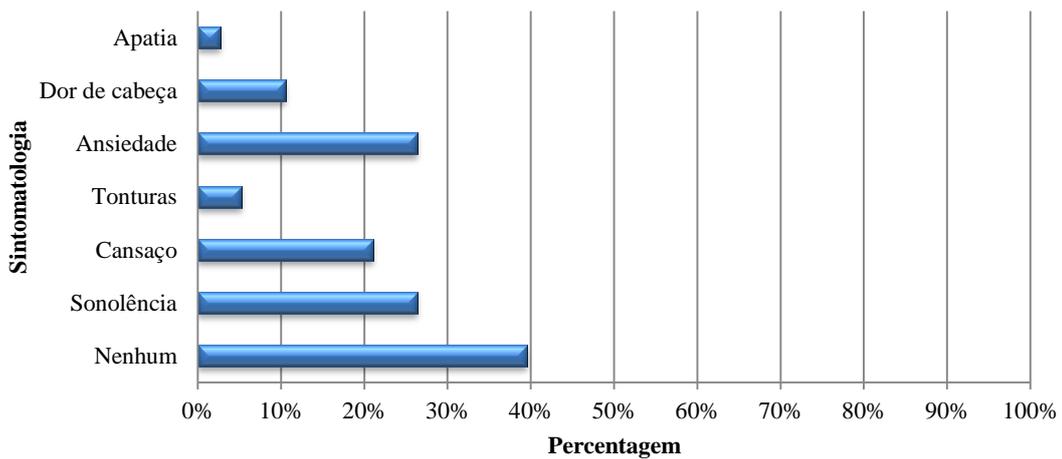


Gráfico 13: Sintomatologia percebida no final do ensaio - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).

A sensação térmica tal como a sensibilidade ao ruído depende de padrões de sensação individuais. Por este motivo, o questionário de sensação térmica e da sintomatologia sentida foi utilizado para validar o facto dos voluntários se sentirem confortáveis nos parâmetros de temperatura e humidade utilizados, de modo a eliminar o fator de distração/ estado de alerta

gerados também pelo ambiente térmico. Uma vez que, na generalidade dos sujeitos o ambiente térmico foi considerado neutro, a sintomatologia referida deverá ser influenciada pelos restantes parâmetros de desconforto, nomeadamente os níveis de ruído (Bengtssona, *et al.*, 2003; Cantrell, 1974).

Sumariamente, verifica-se que desempenhar uma tarefa cognitiva que depende de atenção, reação a estímulos e concentração com exposição a ruído de 75 dB(A), origina uma maior percentagem de sintomas, nomeadamente ao nível do cansaço e sonolência. Enquanto que desempenhar a mesma tarefa com uma exposição sonora de 85 dB(A) origina uma percentagem mais elevada de ansiedade e dores de cabeça. A ansiedade, verifica um aumento significativo nesta 3ª condição. Generalizando o desconforto e bem-estar dos indivíduos expostos, estes sintomas de ansiedade referidos vão de encontro ao genericamente apresentado na revisão da literatura, já que níveis elevados de ruído estão associados ao aumento da irritabilidade e nervosismo.

4.2 Questionário de Sensibilidade Individual ao Ruído

Da literatura abordada anteriormente, ressalta o facto de o ruído designar-se como sendo sons desagradáveis e incomodativos. O grau de incómodo depende não só da qualidade do som, mas também da atitude dos indivíduos perante cada situação em concreto, uma vez que a sensibilidade individual ao ruído é uma condição subjetiva. Neste âmbito, serão apresentados os resultados referentes ao instrumento WNS utilizado neste estudo, que permite avaliar a sensibilidade individual ao ruído e classificar os sujeitos como sensíveis (SR) ou não sensíveis ao ruído (NSR). Na tabela 4, são exibidos os valores descritivos obtidos a partir do questionário elaborado com base na WNS, onde se constata que as medidas de tendência central (média e mediana) estão muito próximas.

Tabela 4: Estatística descritiva dos resultados do questionário da WNS obtidos pelos sujeitos (N=38).

Parâmetro Estatístico	WNS
Média	97,47
Desvio-padrão	15,53
Mediana	99,00
Moda	117,00
Máximo	123
Mínimo	68

Para prosseguir com o estudo é fundamental dividir a amostra em SR e NSR. Tendo como referência Arezes *et al.* (2009) e Barbosa (2009), foi considerada a mediana como valor de referência para a distribuição dos sujeitos. Para uma pontuação igual ou superior à mediana (99 pontos), os indivíduos foram considerados SR, para uma pontuação inferior à mediana foram considerados NSR. A tabela de classificação pode ser consultada no anexo V. Em conformidade e, tendo em conta o conceito de mediana, aproximadamente metade dos indivíduos dentro de cada grupo foram classificados como SR e como NSR. O gráfico 14 representa a distribuição dos voluntários entre SR e NSR. Verifica-se que a amostra encontra-se bastante equilibrada sendo 52,63% dos voluntários são considerados SR e 47,37% (N=20) como NSR (N=18).

Distribuição da amostra em função da sensibilidade individual ao ruído

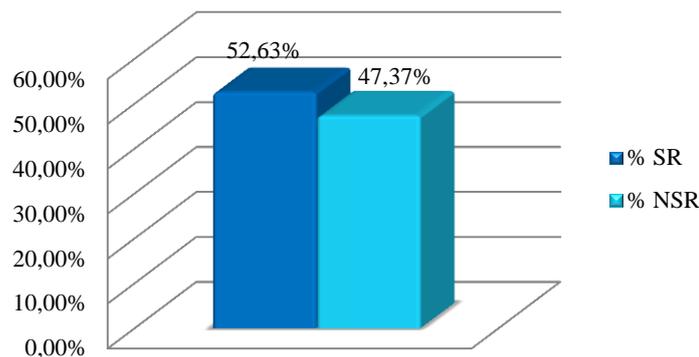


Gráfico 14: Distribuição da amostra em função da sensibilidade individual ao ruído.

Seguidamente verificou-se a percentagem de homens e mulheres SR e NSR. Como se pode verificar no gráfico 15, 47,06% dos SR são do sexo masculino (N=8) sendo os restantes 57,14% do sexo feminino (N=12). No que respeita aos NSR, 52,94% correspondem ao sexo masculino e 42,86% (N=9) ao sexo feminino (N=9).

Distribuição dos SR e NSR em função do sexo

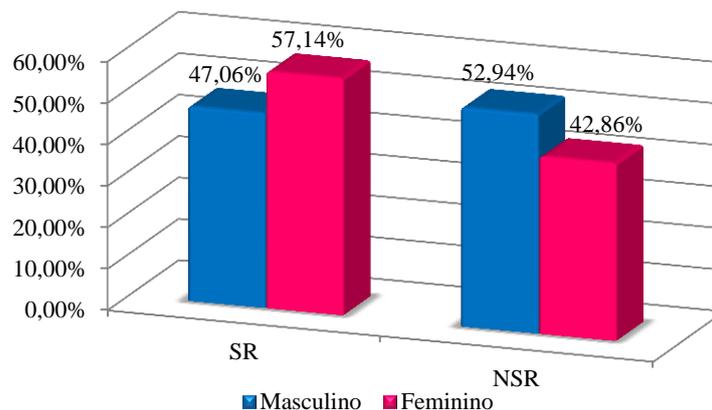


Gráfico 15: Distribuição dos SR e NSR em função do sexo.

4.3 Tarefa Cognitiva – Teste Go-NoGo

Seguidamente, apresentam-se os resultados da tarefa cognitiva Go-NoGo com o intuito de analisar a influência do ruído no desempenho cognitivo dos sujeitos. Apresentam-se a percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total do teste; percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total da ronda 1; percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total da ronda 2; percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total de erros Go -“P” na ronda 1; percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total de erros NoGo -“P” na ronda 2; percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total de erros NoGo -“R” na ronda 1; percentagem média de erros verificados nas 3 condições para o total de erros Go -“R” na ronda 2.

Também se apresenta a comparação entre a percentagem dos vários tipos de erros em relação ao sexo dos voluntários e em relação à sensibilidade ao ruído dos mesmos.

É possível verificar ainda a percentagem de erros totais de 40 em 40 estímulos para se verificar a evolução dos erros ao longo do teste, de forma a comparar as 3 condições e por último, o tempo médio de reação por estímulo por ronda, em cada uma das 3 condições, em função do sexo e da sensibilidade ao ruído dos voluntários.

4.3.1 Percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora

Total do Teste

O gráfico 16 corresponde à representação da percentagem média de erros cometidos no total do teste Go-NoGo realizado nos 3 níveis de exposição sonora a que foram submetidos os voluntários.

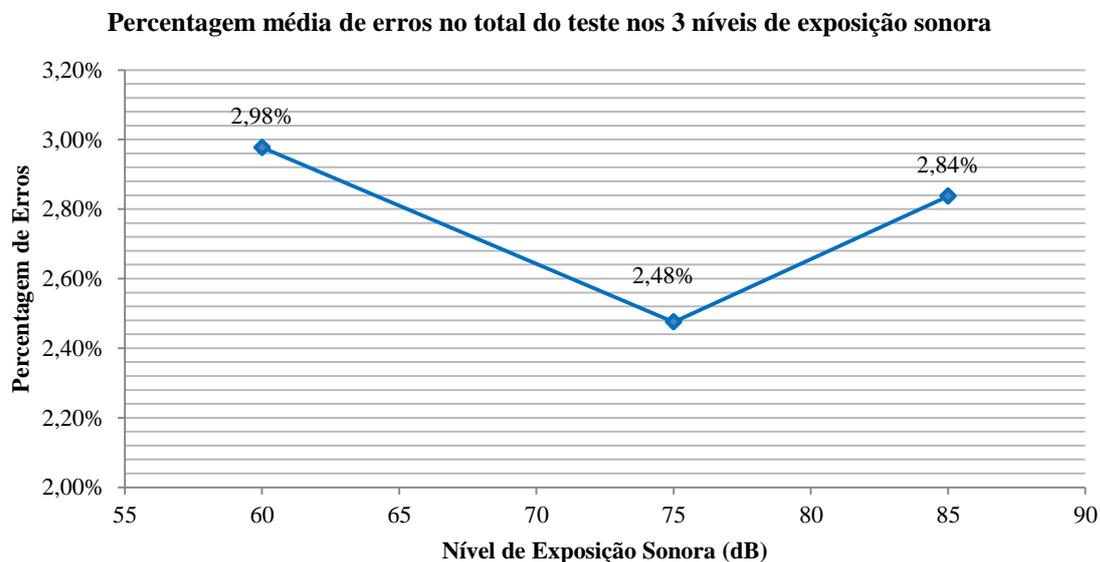


Gráfico 16: Percentagem média de erros no **total do teste** nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros totais é de 2,98% diminuindo para 2,48% na condição 2 e aumentando novamente para 2,84% na condição 3. A diminuição da condição 1 para a condição 2 poderia ser justificada pela familiaridade com o teste, dado que ao realizarem o teste na condição 1 foi o primeiro contacto com este tipo de tarefa que os voluntários tiveram. Mas também são vários os estudos que referem que alguns indivíduos aumentam a performance cognitiva quando são expostos a níveis moderados de ruído branco (Soderlund *et al.*, 2010; Loewen & Suedfeld, 2011). Mas o aumento da condição 2 para a condição 3 pode ser justificado pelo facto de um nível de exposição sonora de aproximadamente 85dB(A) diminuir a performance cognitiva, conduzindo deste modo ao aumento de erros. No entanto, após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,085$ ($>0,05$) logo, estas médias não são estatisticamente diferentes.

Total da Ronda 1

O gráfico 17 representa a percentagem média de erros no total da ronda 1 do teste Go-NoGo realizado nos 3 níveis de exposição sonora.

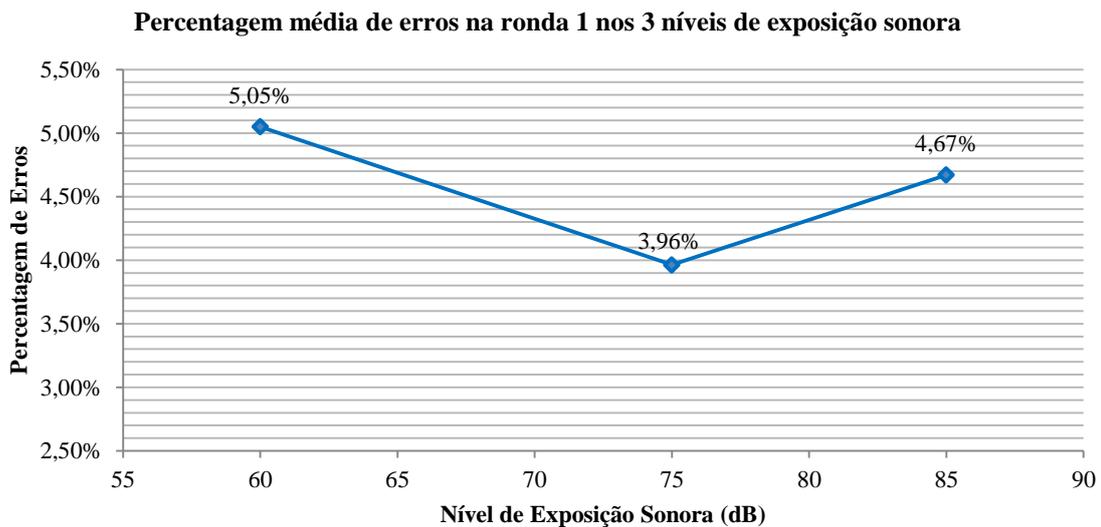


Gráfico 17: Percentagem média de erros na **ronda 1** nos 3 níveis de exposição sonora.

A percentagem de erros totais na ronda 1 segue a mesma distribuição que a percentagem de erros totais no global do teste. Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros totais é de 5,05% diminuindo para 3,96% na condição 2 e aumentando novamente para 4,67% na condição 3. Mais uma vez esta diminuição da percentagem de erro seguida de um aumento pode ser justificado pelas mesmas razões apresentadas acima, no gráfico 16. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,239$ ($>0,05$) logo, estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Ronda 1 – Estímulos Go -“P”

O gráfico 18 representa a percentagem média de erros Go – “P” no total da ronda 1 do teste Go-NoGo realizado nos 3 níveis de exposição sonora. Na ronda 1 o paradigma “Go” corresponde à reação a 128 estímulos correspondentes à letra “P”, logo estes erros de “P” traduzem as falhas na reação ao estímulo. Os voluntários não reagiram quando deviam, podendo considerar estas falhas como erros de atenção (Bezdjian, 2009).

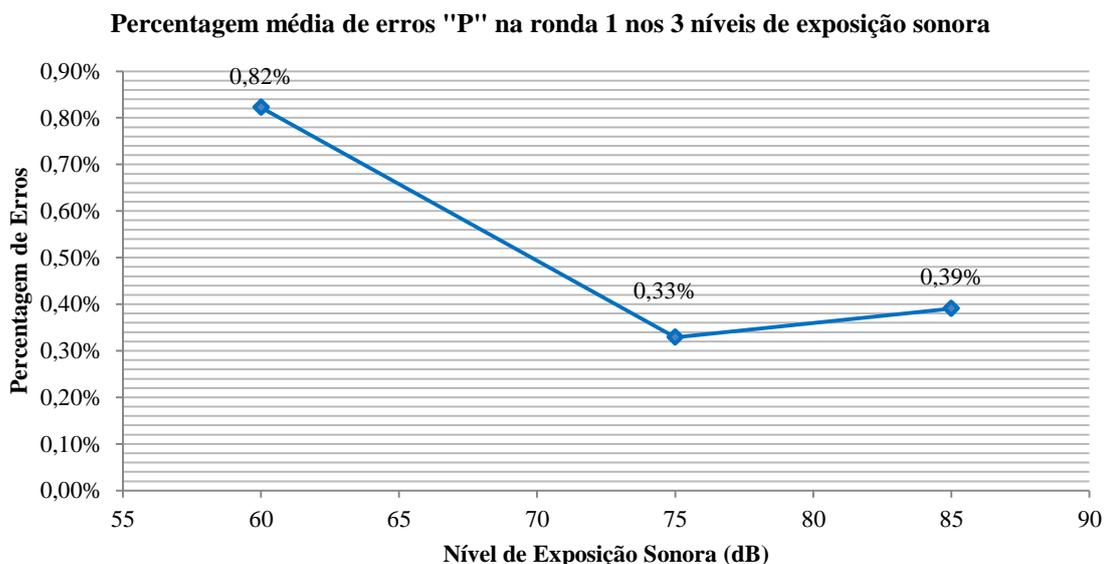


Gráfico 18: Percentagem média de **erros "P"** na **ronda 1** nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros é de 0,82% diminuindo para 0,33% na condição 2 e aumentando novamente para 0,39% na condição 3. A maior percentagem de erros Go -“P” na ronda 1 verifica-se na condição 1. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,025$ ($<0,05$) logo, existe uma diferença significativa. Após se averiguar através do Teste do Sinal qual a parelha com médias estatisticamente diferentes, verifica-se que a percentagem média de erros “P” na ronda 1 na condição 1 é estatisticamente diferente da condição 3, $p=0,031$ ($<0,05$). Uma vez que estes erros correspondem ao paradigma “Go” traduzem-se em falta de atenção e concentração para reagir ao estímulo (Bezdjian, 2009). Verifica-se mais uma vez que a melhor condição, onde se verifica uma capacidade de atenção superior corresponde aos 75 dB(A).

Ronda 1 – Estímulos NoGo -“R”

O gráfico 19 representa a percentagem média de erros NoGo - “R” cometidos no total da ronda 1 do teste Go-NoGo nos 3 níveis de exposição sonora. Como já foi referido na ronda 1 o paradigma “Go” corresponde à resposta aos estímulos correspondentes à letra “P”, logo estes erros de “R” significam a reação ao estímulo “R” quando esta reação deveria ter sido inibida (paradigma “NoGo”). Os voluntários reagem quando não devem reagir.

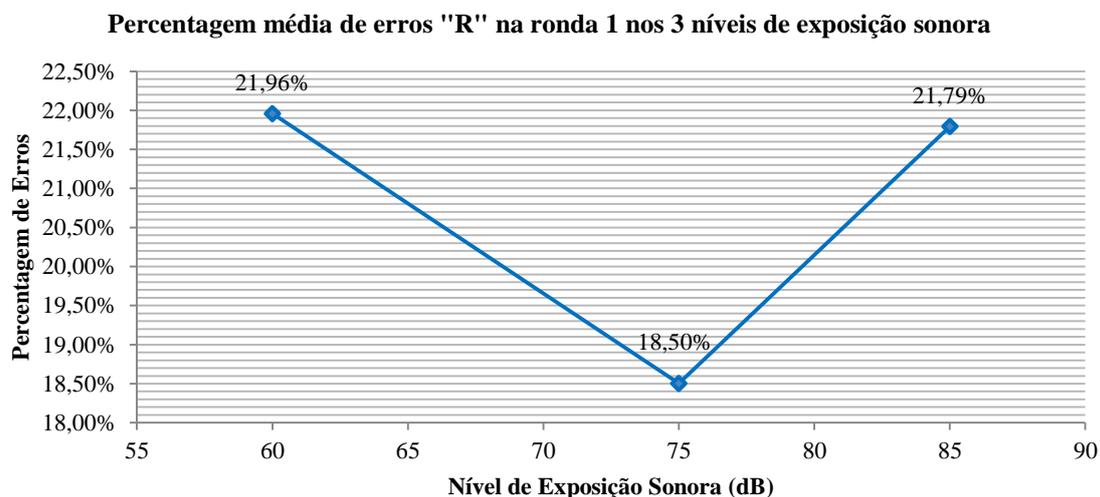


Gráfico 19: Percentagem média de erros "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros totais é de 21,96% diminuindo para 18,50% na condição 2 e aumentando novamente para 21,79% na condição 3. Uma vez que é conhecido que níveis elevados de ruído interferem na concentração e além disso podem provocar impulsividade (Evans & Lepore, 1993), o aumento dos erros “R” na ronda 1 da condição 2 para a condição 3 pode ser justificado por isto mesmo. O paradigma “NoGo” traduz a impulsividade de resposta (Bezdjian, 2009). No caso de se aceitar a hipótese de os erros diminuírem após familiaridade com o teste, era de esperar um decréscimo também na condição 3, mas tal não é verificado. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,256$ ($>0,05$) logo, estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Total da Ronda 2

O gráfico 20 representa a percentagem média de erros cometidos no total da ronda 2 do teste Go-NoGo nos 3 níveis de exposição sonora. A ronda 2 deste teste é uma ronda menos ativa dado que o paradigma “Go” corresponde à resposta a apenas 32 estímulos “R”.

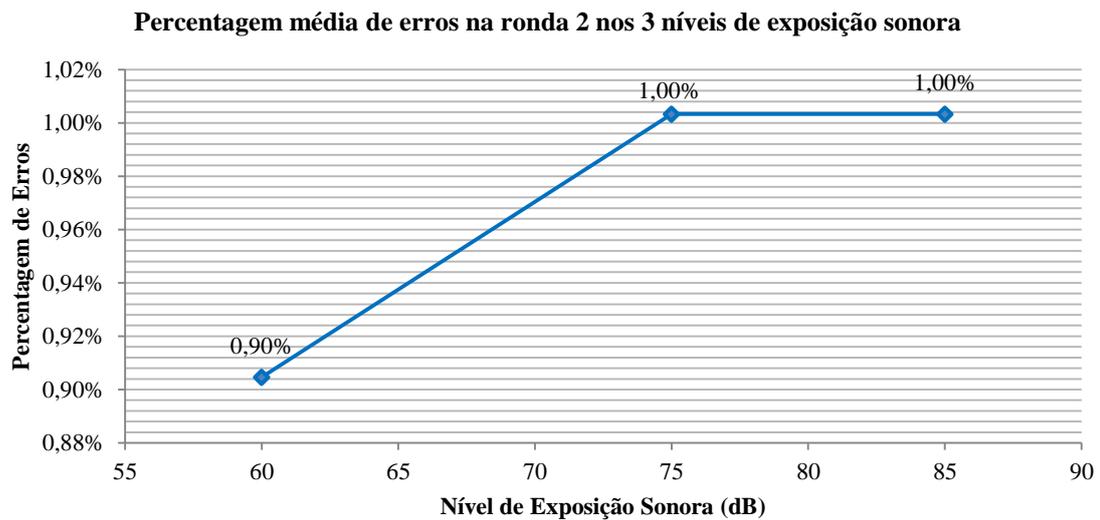


Gráfico 20: Percentagem média de **erros na ronda 2** nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros totais é de 0,90% aumentando para 1,00% na condição 2 e mantendo-se em 1,00% na condição 3. Comparativamente com o total de erros da ronda 1 verifica-se que a percentagem de erros no total da ronda 2 é menor. Uma vez que esta ronda não exige tanta reação por parte dos voluntários torna-se mais fácil não falhar. Relativamente ao total de erros na ronda 2 para os três níveis de ruído, após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,472$ ($>0,05$) logo, estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Ronda 2 – Estímulos NoGo -“P”

O gráfico 21 representa a percentagem média de erros “P” cometidos no total da ronda 2 do teste Go-NoGo nos 3 níveis de exposição sonora. Uma vez que, na ronda 2 o paradigma “Go” corresponde à resposta a estímulos correspondentes à letra “R”, estes erros de “P” significam a reação ao estímulo “P” quando esta reação deveria ter sido inibida (paradigma “NoGo”), ou seja, os voluntários reagem quando não devem reagir.

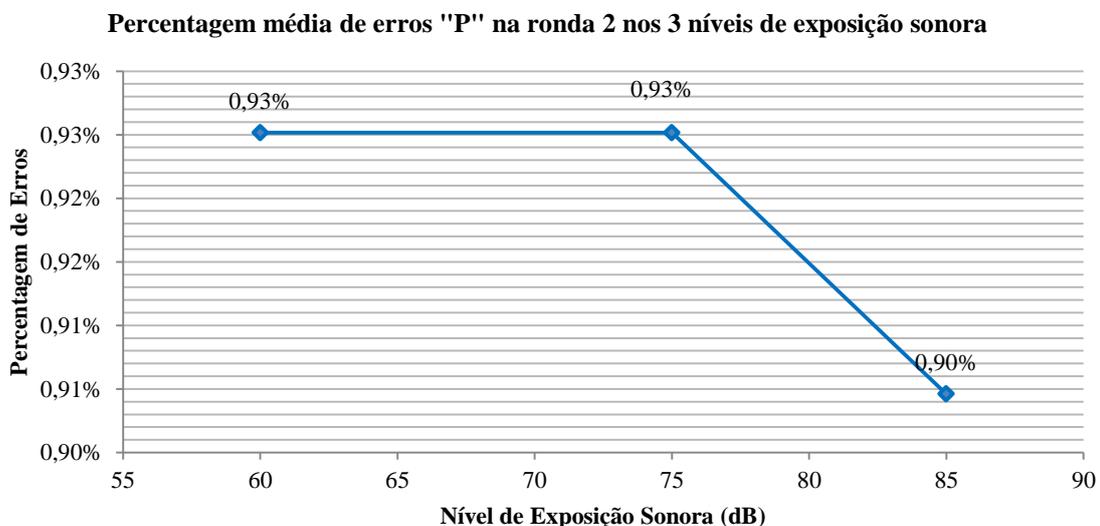


Gráfico 21: Percentagem média de **erros "P" na ronda 2** nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros é de 0,93% mantendo-se na condição 2 e diminuindo ligeiramente para 0,90% na condição 3. O paradigma “NoGo” que na ronda 2 se traduz nos estímulos “P” traduz a impulsividade de resposta (Bezdjian, 2009). No entanto verificou-se uma diminuição ligeira destes erros quando era esperado um aumento. Isto pode ser justificado pelo facto de uma vez que a ronda 2 é uma ronda menos ativa, os voluntários concentram-se em não reagir tão rapidamente aos estímulos e por isso conseguem inibir mais a resposta do que na ronda 1. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,487$ ($>0,05$) logo, estas médias também não são estatisticamente diferentes para os diferentes níveis de ruído.

Ronda 2 – Estímulos Go -“R”

O gráfico 22 representa a percentagem média de erros “R” cometidos no total da ronda 2 do teste Go-NoGo nos 3 níveis de exposição sonora. Na ronda 2 estes erros de “R” significam as falhas na reação ao estímulo (paradigma “Go”). Noutras palavras, os voluntários não reagiram quando deviam.

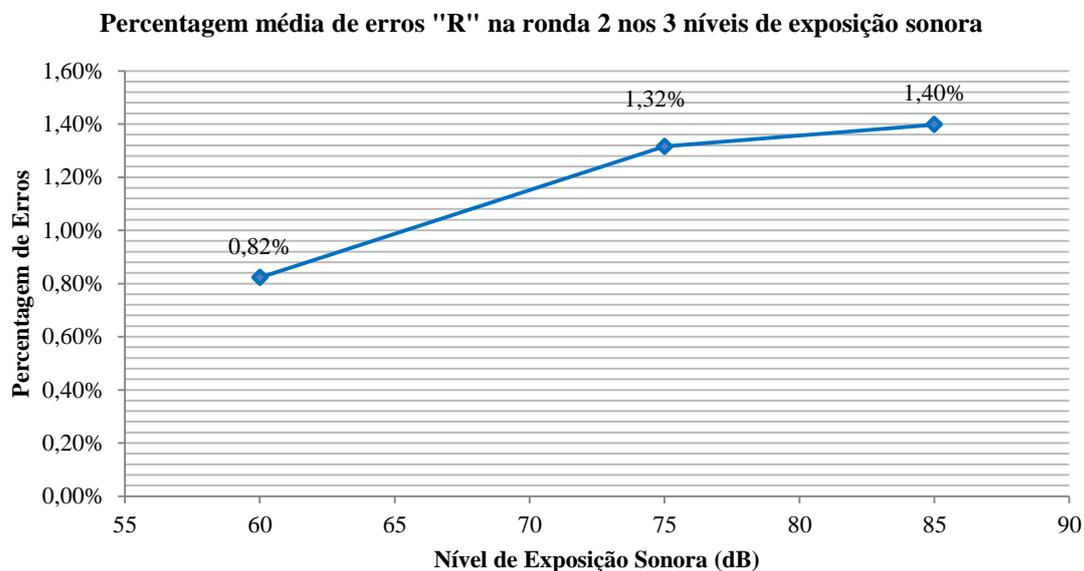


Gráfico 22: Percentagem média de erros "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 a percentagem média de erros totais é de 0,82% aumentando para 1,32% na condição 2 e aumentando novamente para 1,40% na condição 3. Os erros no paradigma “Go” traduzem-se na falta de atenção (Bezdjian, 2009). Assim, é verificado que à medida que os níveis de ruído aumentam, aumenta também a desatenção e por isso se cometem mais falhas de reação ao estímulo. No entanto, após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,368$ ($>0,05$) logo, estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Alimohammadi *et al.* (2014) também não encontrou diferenças significativas no seu estudo onde tentou avaliar a relação entre a exposição a níveis baixos de ruído (50 a 70 dB(A)) no desempenho cognitivo e irritabilidade.

4.3.2 Percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre SR e NSR

Uma vez que um dos objetivos deste estudo era averiguar a existência de relação entre a evolução do desempenho cognitivo e a sensibilidade individual ao ruído nos três níveis de exposição sonora, seguidamente apresentam-se os resultados comparativos nos diferentes tipos de erros possíveis na tarefa Go-NoGo, entre SR e NSR.

Total do Teste

O gráfico 23 representa a comparação entre a percentagem média de erros no total do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

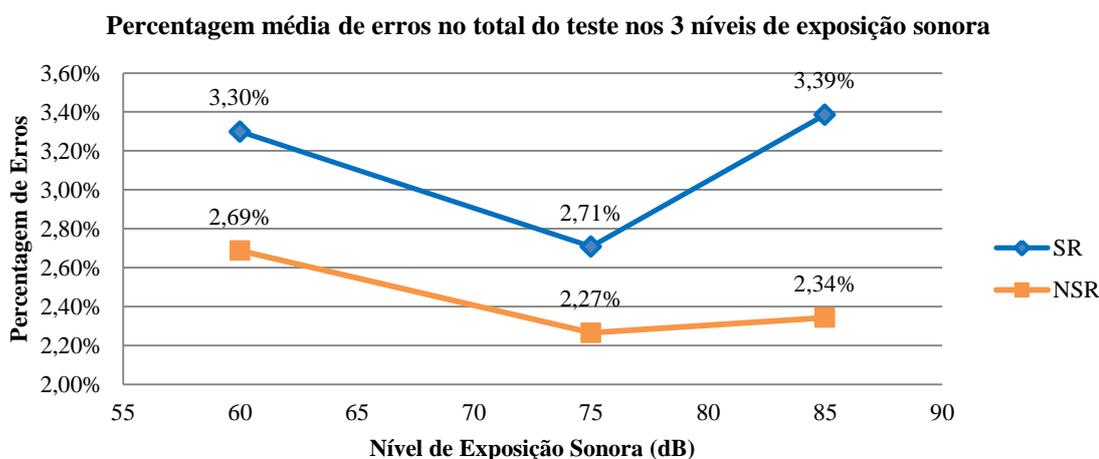


Gráfico 23: Comparação da percentagem média de **erros no total do teste** entre SR e NSR.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, os SR cometem mais erros comparativamente com os NSR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros totais de 3,30% enquanto que os NSR 2,69%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,158$ ($>0,05$) logo, apesar dos valores, estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SR=2,71% e NSR=2,27%) no entanto o p -value é de 0,251 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se um aumento da percentagem de erros (SR=2,39% sendo a condição onde se verifica a percentagem média mais elevada de erros; NSR=2,34%) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,276$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Perante a totalidade dos erros pode-se assumir que a melhor condição para a realização da tarefa é a 2 (L_{Aeq} de 75 dB(A)). São vários os estudos que referem que alguns indivíduos aumentam a performance cognitiva quando são expostos a níveis moderados de ruído branco (Soderlund *et al.*, 2010; Loewen & Suedfeld, 2011). O aumento da condição 2 para a condição 3 pode ser justificado pelo facto de um nível de exposição sonora de aproximadamente 85dB(A) diminuir a performance cognitiva, conduzindo deste modo ao aumento de erros. No entanto, uma vez que se considera que a sensibilidade ao ruído se refere ao estado interno de um indivíduo que aumenta o seu grau de reação e incómodo ao ruído em geral (Job, 1999), os indivíduos podem reagir de forma bastante diferente, mesmo estando nas mesmas condições acústicas. Tal como evidenciam alguns trabalhos, a variabilidade de características individuais influencia as reações ao ruído. (Belojevik *et al.*, 1992; Kishikawa, *et al.*, 2006).

Total da Ronda 1

O gráfico 24 representa a comparação entre a percentagem média de erros no total da ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

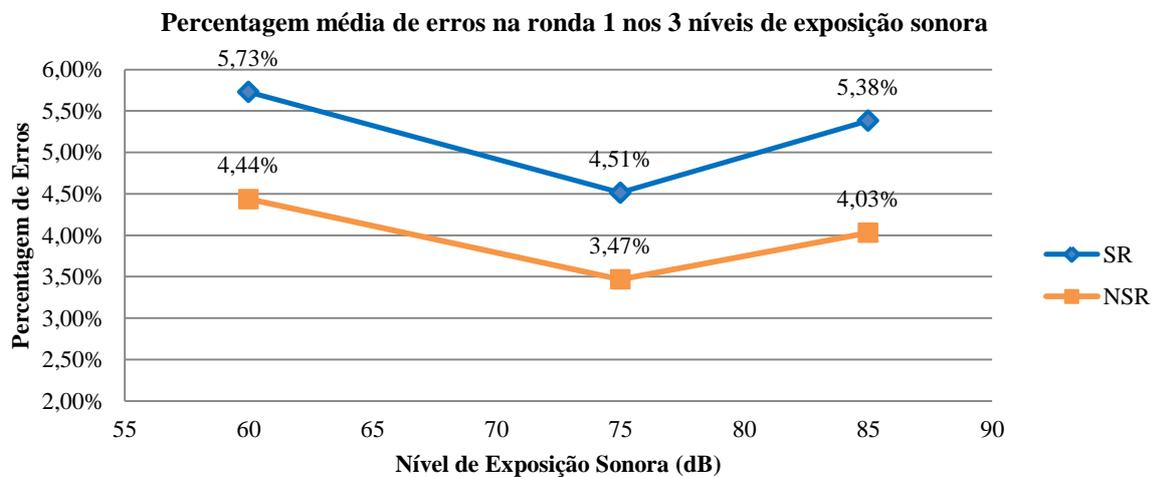


Gráfico 24: Comparação da percentagem média de erros na ronda 1 entre SR e NSR.

Verifica-se novamente que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, os SR cometem mais erros comparativamente com os NSR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros de 5,73% enquanto que os NSR 4,44%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,133$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SR=4,51% e NSR=3,47%) no entanto o *valor de prova* é de 0,196 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se um aumento da percentagem de erros (SR=5,38% e NSR=4,03%) mas, mais uma vez, $p>0,05$ ($p=0,409$) portanto, à semelhança do que acontece nas outras condições, estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Ronda 1 – Estímulos Go -“P”

O gráfico 25 representa a comparação entre a percentagem média de erros “P” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR. Na ronda 1 o paradigma “Go” corresponde à resposta a 128 estímulos correspondentes à letra “P”, logo estes erros de “P” significam as falhas na reação ao estímulo.

É verificado que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, os SR cometem mais erros comparativamente com os NSR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros “P” de 0,91% enquanto que os NSR 0,74%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,613$ ($>0,05$) logo, apesar dos valores estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SR=0,39% e NSR=0,27%), no entanto o *valor de prova* é 1,00 ($>0,05$), logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) continua a verificar-se uma diminuição de erros nos NSR 0,20% enquanto que no grupo dos SR é verificado um aumento (0,61%) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,409$), portanto, à semelhança do que acontece nas outras condições, estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Verifica-se que o ruído afeta mais a atenção dos SR do que a dos NSR.

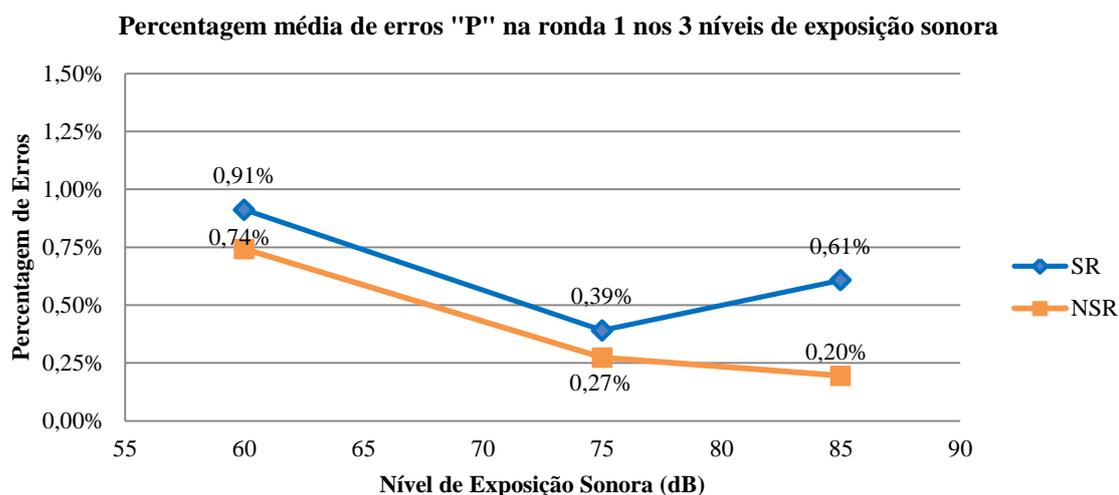


Gráfico 25: Comparação da percentagem média de erros "P" na ronda 1 entre SR e NSR.

Ronda 1 – Estímulos NoGo -“R”

O gráfico 26 representa a comparação entre a percentagem média de erros “R” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR. Como já foi referido na ronda 1 o paradigma “Go” corresponde à resposta aos estímulos correspondentes à letra “P”, logo estes erros de “R” significam a reação ao estímulo “R” quando esta reação deveria ter sido inibida (paradigma “NoGo”).

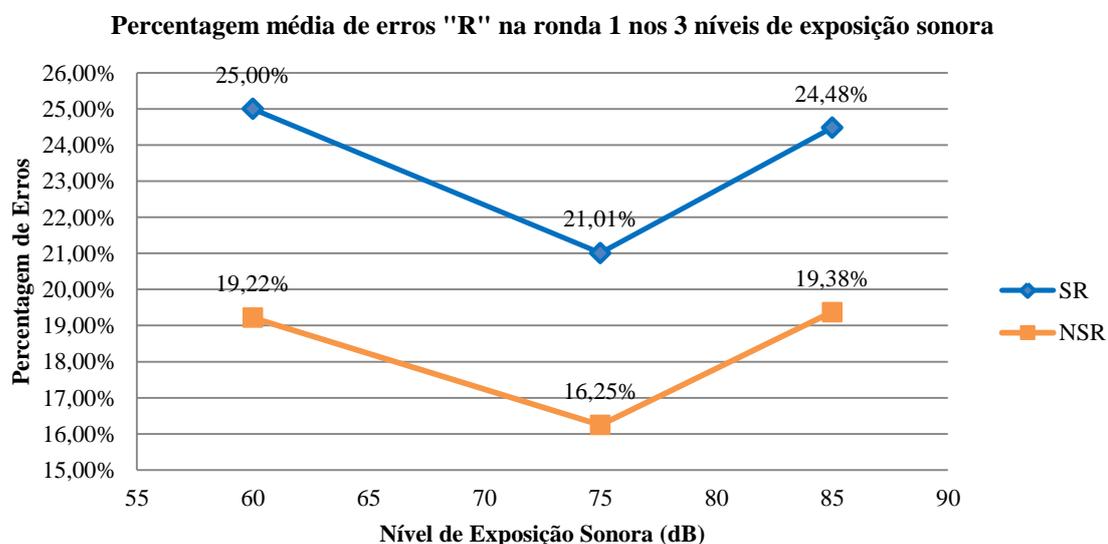


Gráfico 26: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 1 entre SR e NSR.

Verifica-se novamente que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, os SR cometem mais erros comparativamente com os NSR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros “R” de 25,00% enquanto que os NSR 19,22%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,087$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um $L_{A,eq}$ de 75 dB(A) (SR=21,01% e NSR=16,25%) no entanto o *valor de prova* é 0,186 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se um aumento da percentagem de erros

(SR=24,48% e NSR=19,38%) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,377$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Verifica-se que a 85 dB(A) ambos os grupos sugerem maior impulsividade, no entanto os SR são mais afetados que os NSR.

Total da Ronda 2

O gráfico 27 representa a comparação entre a percentagem média de erros no total da ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

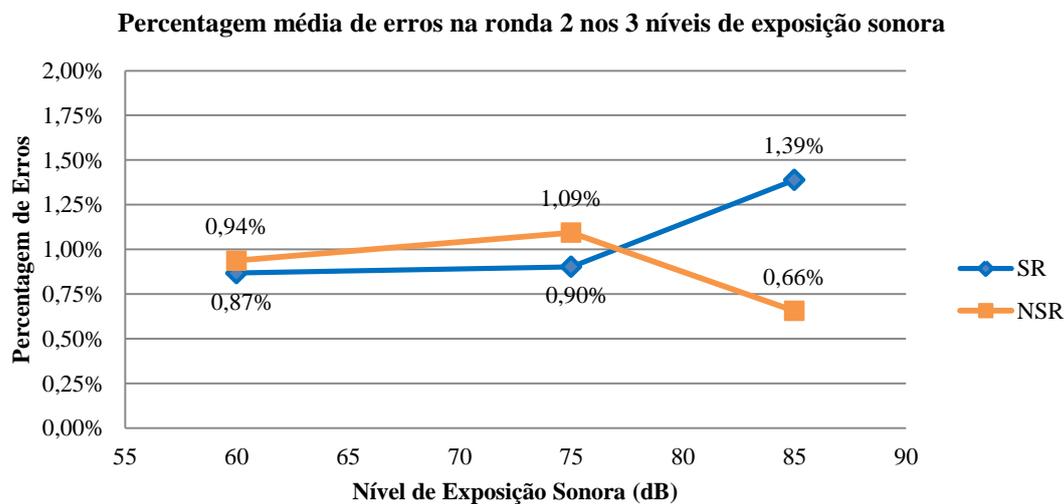


Gráfico 27: Comparação da percentagem média de erros na ronda 2 entre SR e NSR.

Ao contrário do que se verifica na ronda 1, no total da ronda 2 a um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros de 0,87% enquanto que os NSR atingem uma percentagem mais elevada de 0,94%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,613$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos aumentam a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SR=0,90% e NSR=1,09%), continuando os SR a cometer uma percentagem de erros menor que os NSR. Nesta ronda é a primeira vez que se verifica um aumento de erros quer pelo grupo dos NSR, quer pelo grupo dos SR na condição 2 (a 75 dB(A)) no entanto o *valor de prova* é de 1 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) verifica-se um aumento da percentagem de erros nos SR=1,39% e uma diminuição nos NSR=0,66%. Uma possível explicação para o sucedido é o facto de 85 dB ser de facto mais incomodativo para os SR do que para os NSR mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,055$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes, apesar de mais próximas da significância. Pelo facto da sensibilidade ao ruído ser um assunto subjetivo, é possível que os considerados SR tenham um desempenho diferente dos NSR. É possível analisar a falta de atenção e a impulsividade entre SR e NSR na ronda 2 nos próximos gráficos.

Ronda 2 – Estímulos NoGo -“P”

O gráfico 28 representa a comparação entre a percentagem média de erros “P” na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR. Uma vez que, na ronda 2 o paradigma “Go” corresponde à resposta a estímulos correspondentes à letra “R”, estes erros de “P” significam a reação ao estímulo “P” quando esta reação deveria ter sido inibida (paradigma “NoGo”).

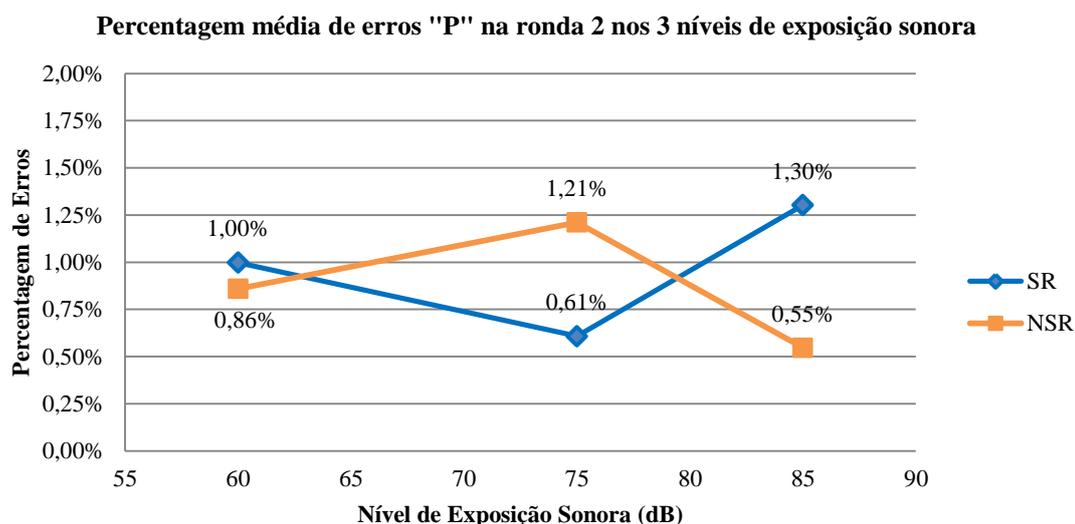


Gráfico 28: Comparação da percentagem média de erros "P" na ronda 2 entre SR e NSR.

Verifica-se que a um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros de 1,00% enquanto que os NSR atingem uma percentagem mais baixa de 0,86%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,874$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) enquanto se verifica uma diminuição dos erros "P" no grupo dos SR=0,61% verifica-se um aumento no grupo dos NSR=1,21%. No entanto o *valor de prova* é de 0,361 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) verifica-se um aumento da percentagem de erros nos SR=1,30% e uma diminuição nos NSR=0,55%. O $p<0,05$ ($p=0,035$) portanto ao contrário do que acontece nas outras condições estas médias são significativamente diferentes. Na ronda 2, os NSR demonstram uma maior impulsividade na condição 2 do que na 3, poderia concluir-se que neste caso não são os níveis elevados de ruído que interferem neste comportamento. No entanto os considerados SR verificam uma melhoria na condição 2 e demonstram maior impulsividade na condição 3. Por este motivo pode referir-se que no caso dos SR na ronda 2 níveis elevados de ruído afeta-os tornando-os mais ansiosos.

Ronda 2 – Estímulos Go -"R"

O gráfico 29 representa a comparação entre a percentagem média de erros "R" na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR. Na ronda 2 estes erros de "R" significam as falhas na reação ao estímulo (paradigma "Go").

Verifica-se que a um L_{Aeq} de 60 dB(A) os SR atingem uma percentagem média de erros de 0,35% enquanto que os NSR atingem uma percentagem mais elevada de 1,25%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,443$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) enquanto se verifica uma diminuição dos erros "R" no grupo dos NSR=0,63% verifica-se um aumento no grupo dos SR=2,08%. No entanto o *valor de prova* é 0,443 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) verifica-se uma diminuição da percentagem de erros nos SR=1,74% e um aumento nos NSR=1,09%. O $p>0,05$ ($p=0,613$) portanto estas médias não são estatisticamente diferentes. Verifica-se que na ronda 2, ao nível da falta de atenção os SR são mais afetados a níveis mais elevados de ruído que os NSR.

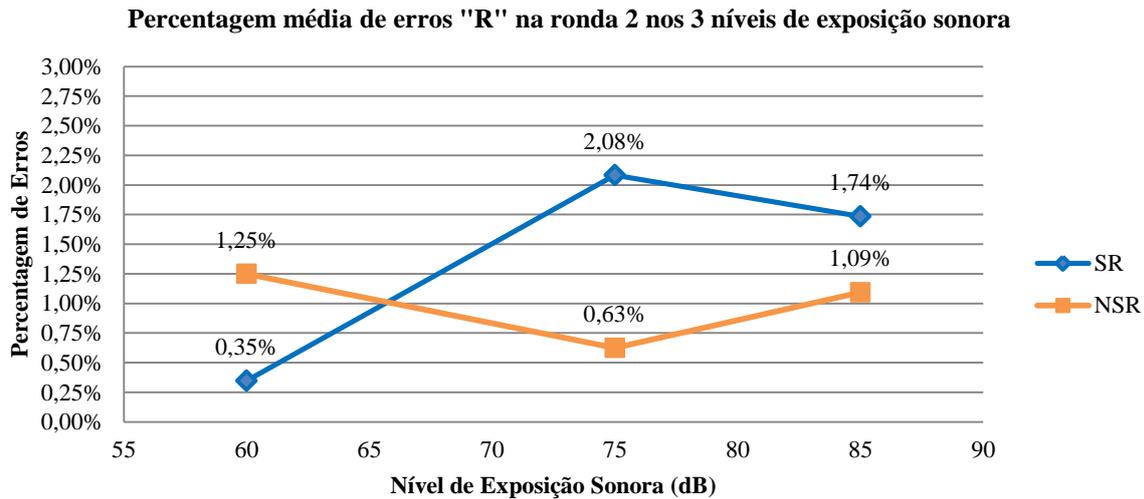


Gráfico 29: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 2 entre SR e NSR.

Baseado nestes factos pode-se considerar que a capacidade de atenção dos NSR é menos afetada que a capacidade de atenção dos SR, tal como foi também verificado por Barbosa, (2010). Verifica-se que a 85 dB(A) ambos os grupos sugerem maior impulsividade, no entanto os SR são mais afetados que os NSR.

Perante a totalidade dos erros pode-se assumir que a melhor condição para a realização da tarefa é a 2 (L_{Aeq} de 75 dB(A)). São vários os estudos que referem que alguns indivíduos aumentam a performance cognitiva quando são expostos a níveis moderados de ruído branco (Soderlund *et al.*, 2010; Loewen & Suedfeld, 2011).

No entanto, uma vez que se considera que a sensibilidade ao ruído se refere ao estado interno de um indivíduo que aumenta o seu grau de reação e incómodo ao ruído em geral (Job, 1999), os indivíduos podem reagir de forma bastante diferente, mesmo estando nas mesmas condições acústicas, tal como evidenciam alguns trabalhos que a variabilidade de características pessoais influencia as reações ao ruído (Beujevik *et al.*, 1992; Kishikawa, *et al.*, 2006).

4.3.3 Percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre sexo

Uma vez que um dos objetivos deste estudo era averiguar a existência de relação entre a evolução do desempenho cognitivo e as respetivas diferenças entre o sexo masculino (SM) e feminino (SF) nos três níveis de exposição sonora, seguidamente apresentam-se os resultados comparativos nos diferentes tipos de erros possíveis na tarefa Go-NoGo entre SM e SF.

Total do Teste

O gráfico 30 representa a comparação entre a percentagem média de erros no total do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre o SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, o SM comete mais erros comparativamente com o SF. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) o SM atinge uma percentagem média de erros de 3,07% enquanto que o SF de 2,90%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,523$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) verifica-se que o SM aumenta a percentagem de erros (3,14%) enquanto o SF diminui 1,93% no entanto o *valor de prova* é de 0,144 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos

os grupos verifica-se um aumento da percentagem de erros (SM=3,40%) sendo a condição onde se verifica a percentagem média mais elevada de erros; SF=2,38%) mas, mais uma vez o $p > 0,05$ ($p=0,161$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

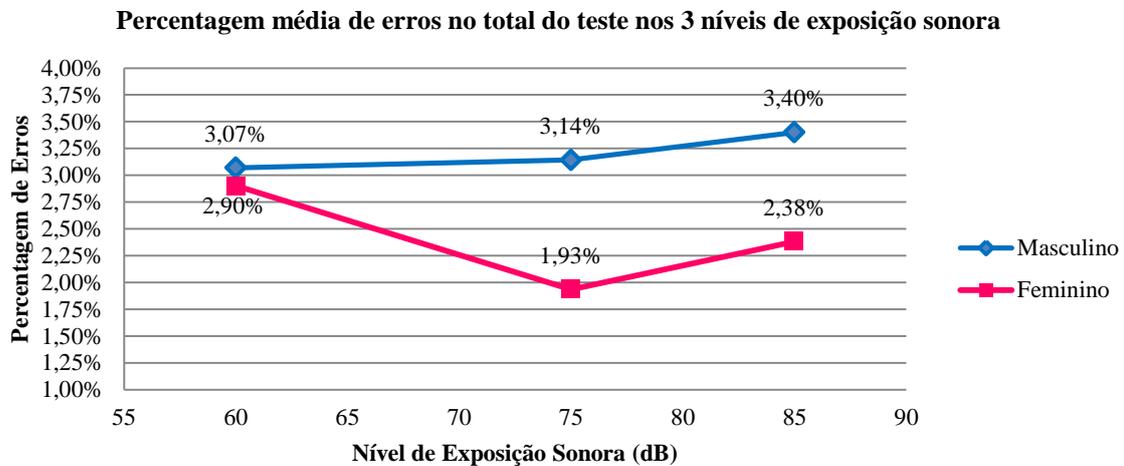


Gráfico 30: Comparação da percentagem média de **erros no total do teste** entre SM e SF.

Total da Ronda 1

O gráfico 31 representa a comparação entre a percentagem média de erros no total da ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre o SM e SF.

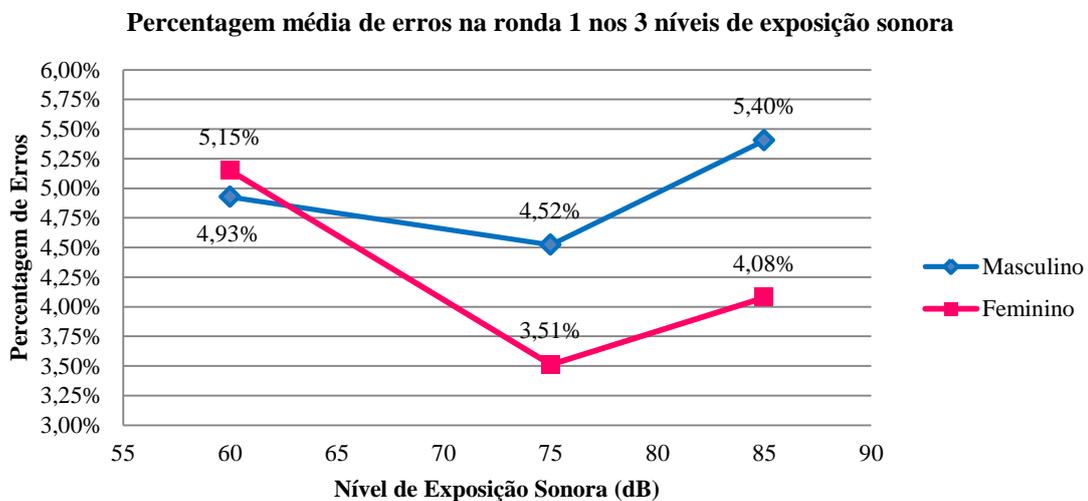


Gráfico 31: Comparação da percentagem média de **erros na ronda 1** entre SM e SF.

A um L_{Aeq} de 60 dB(A) o SF atinge uma percentagem média de erros de 5,15% superior à que o SM atinge de 4,93%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,816$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SM=4,52% e SF=3,51%) no entanto o *valor de prova* é 0,337 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se um aumento da percentagem de erros (SM=5,40% sendo a condição onde se verifica a percentagem média mais elevada de erros; e SF=4,08%) mas, mais uma vez o $p > 0,243$ ($p=0,409$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Ronda 1 – Estímulos Go -“P”

O gráfico 32 representa a comparação entre a percentagem média de erros “P” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF. Na ronda 1 o paradigma “Go” corresponde à resposta a estímulos “P”, logo estes erros de “P” significam as falhas na reação ao estímulo. Os voluntários não reagiram quando deviam.

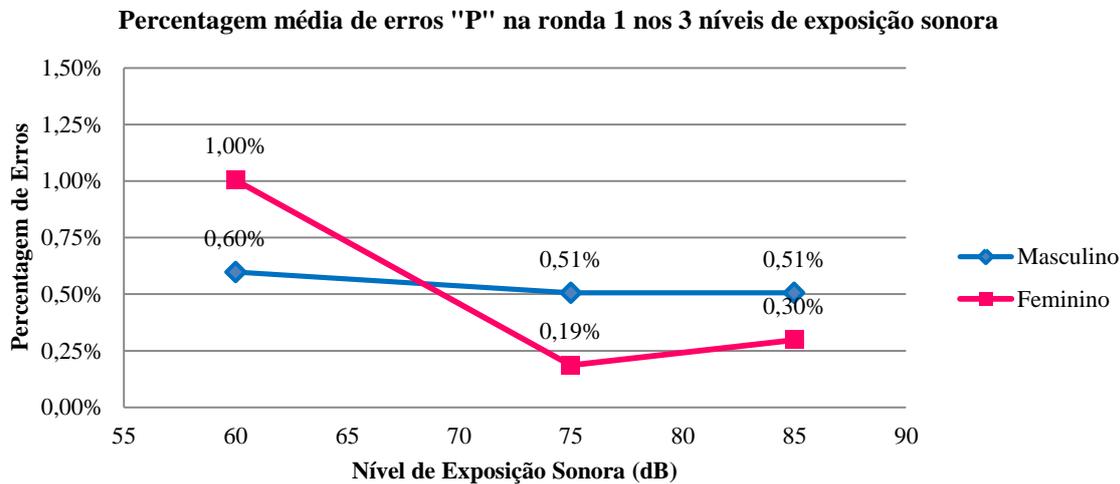


Gráfico 32: Comparação da percentagem média de erros “P” na ronda 1 entre SM e SF.

É verificado que a um L_{Aeq} de 60 dB(A) o SF atinge novamente uma percentagem média de erros “P” de 1,00% superior à percentagem de 0,60% do SM traduzindo-se numa falta de atenção maior. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,663$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SM=0,51% e SF=0,19%) no entanto o *valor de prova* é 0,243 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) mantém-se a percentagem de erros no SM (0,51%) enquanto no SF é notado um aumento para 0,30% mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,663$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Ronda 1 – Estímulos NoGo -“R”

O gráfico 33 representa a comparação entre a percentagem média de erros “R” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF. Como já foi referido na ronda 1 o paradigma “Go” corresponde à resposta aos estímulos correspondentes à letra “P”, logo estes erros de “R” significam a reação ao estímulo “R” quando esta reação deveria ter sido inibida (paradigma “NoGo”).

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, o SM comete mais erros comparativamente com o SF. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) o SM atinge uma percentagem média de erros “R” de 22,24% enquanto que o SF de 21,73%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,601$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem a percentagem de erros a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SM=20,59% e SF=16,82%) no entanto o *valor de prova* é 0,432 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se um aumento da percentagem de erros (SM=25,00% e SF=19,20%) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,220$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas

médias também não são estatisticamente diferentes. A análise do gráfico sugere que o SM comete mais erros de impulsividade do que o SF.

Além disso, na condição 3 verifica-se um aumento deste tipo de erros sugerindo que níveis elevados de ruído interferem no desempenho dos indivíduos tornando-os mais impulsivos/reativos.

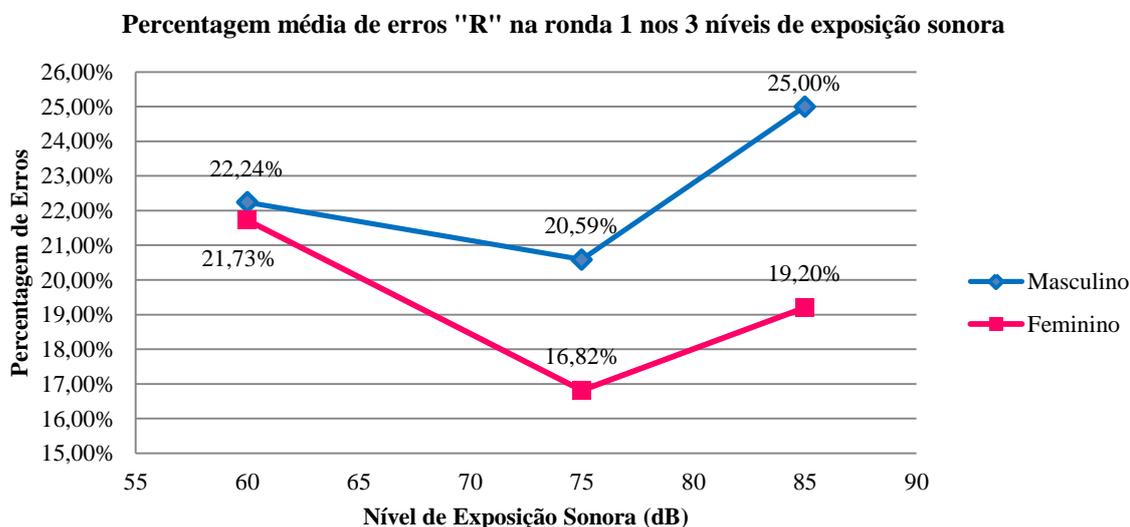


Gráfico 33: Comparação da percentagem média de erros "R" na ronda 1 entre SM e SF.

Total da Ronda 2

O gráfico 34 representa a comparação entre a percentagem média de erros no total da ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

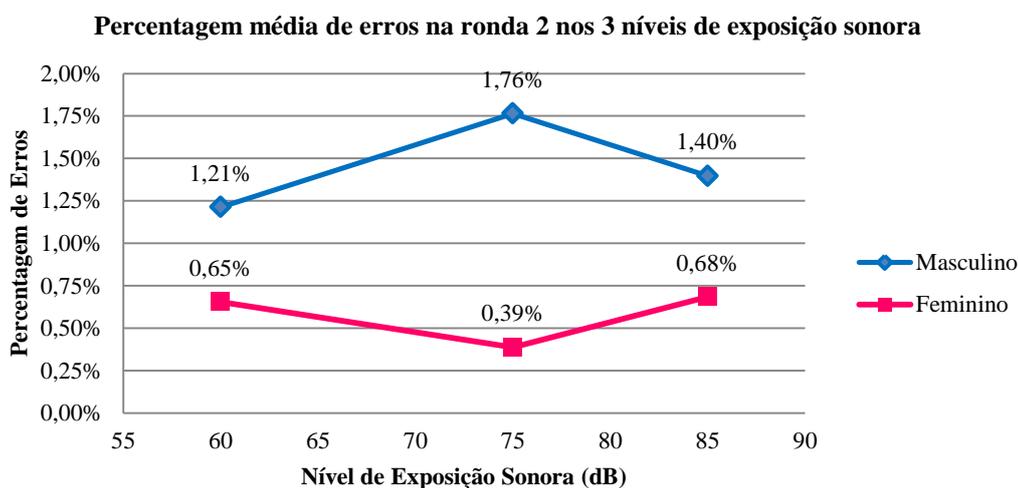


Gráfico 34: Comparação da percentagem média de erros na ronda 2 entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, o SM comete mais erros comparativamente com o SF. A um L_{Aeq} de 60 dB(A), o SM atinge uma percentagem média de erros de 1,21%, enquanto que o SF de 0,65%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,052$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes embora muito próximas da significancia. A um L_{Aeq} de 75 dB(A)

enquanto se verifica um aumento de erros no SM=1,76% verifica-se uma diminuição no SF=0,39%), o *valor de prova* é de 0,011 ($<0,05$) logo estas médias são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) verifica-se um aumento da percentagem de erros no SF=0,68% e uma diminuição no SM=1,40%) e, mais uma vez o $p < 0,05$ ($p=0,042$) portanto à semelhança do que acontece na condição anterior estas médias são estatisticamente diferentes. O grupo SM tem um comportamento inverso ao grupo SF, sendo que cometem mais erros a 75 dB(A), enquanto o SF comete mais erros a 85 dB(A).

Ronda 2 – Estímulos NoGo -“P”

O gráfico 35 representa a comparação entre a percentagem média de erros “P” na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF. Uma vez que, na ronda 2 o paradigma “Go” corresponde à resposta a estímulos correspondentes à letra “R”, estes erros de “P” significam a reação ao estímulo “P” quando esta reação deveria ter sido inibida (paradigma “NoGo”).

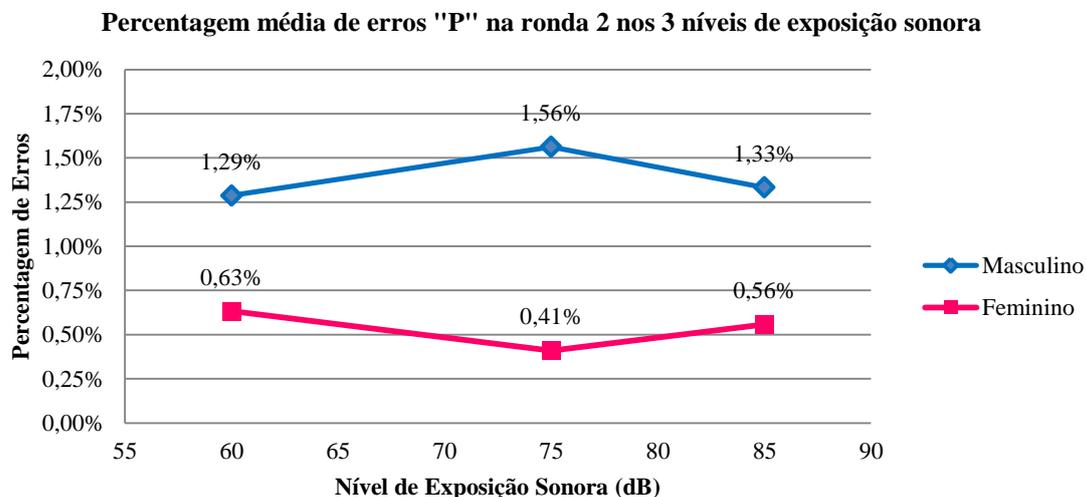


Gráfico 35: Comparação da percentagem média de erros “P” na ronda 2 entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, o SM comete mais erros comparativamente com o SF. A um $L_{A,eq}$ de 60 dB(A) o SM atinge uma percentagem média de erros de 1,29% enquanto que o SF atinge uma percentagem mais baixa de 0,63%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,114$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. A um $L_{A,eq}$ de 75 dB(A) enquanto se verifica uma diminuição dos erros no SF=0,41% verifica-se um aumento no SM=1,56%. No entanto o *valor de prova* é 0,152 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um $L_{A,eq}$ de 85 dB(A) verifica-se um aumento da percentagem de erros no SF=0,56% e uma diminuição no SM=1,33%. O *valor de prova* $p > 0,05$ ($p=0,060$) portanto estas médias também não são estatisticamente diferentes. A análise do gráfico sugere que o SM comete mais erros de impulsividade do que o SF.

Além disso, na condição 3 verifica-se um aumento deste tipo de erros no SF sugerindo que níveis elevados de ruído interferem no desempenho dos indivíduos femininos tornando-os mais impulsivos/reactivos.

Ronda 2 – Estímulos Go -“R”

O gráfico 36 representa a comparação entre a percentagem média de erros “R” na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF. Na ronda 2 estes erros de “R” significam as falhas na reação ao estímulo (paradigma “Go”).

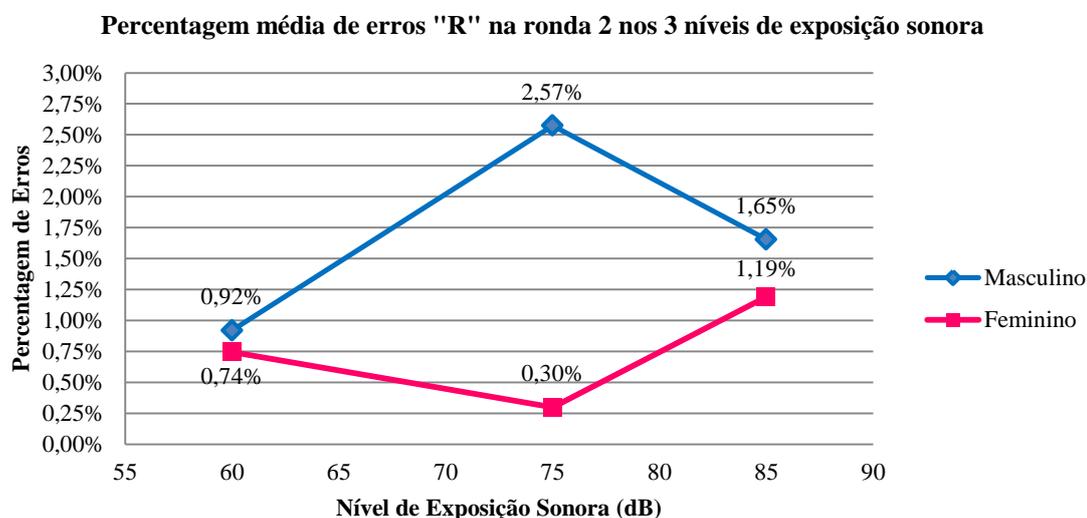


Gráfico 36: Comparação da percentagem média de erros “R” na ronda 2 entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, o SM comete mais erros comparativamente ao SF. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) o SM atinge uma percentagem média de erros de 0,92%, enquanto que o SF atinge uma percentagem mais baixa de 0,74%. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,383$ ($>0,05$) logo, apesar das diferenças estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) enquanto se verifica uma diminuição dos erros “R” no grupo do SF=0,30% verifica-se um aumento no SM=2,57%. No entanto o *valor de prova* é 0,144 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB verifica-se uma diminuição da percentagem de erros no SM=1,65% e um aumento no SF=1,19%. O $p>0,05$ ($p=0,561$) portanto estas médias não são significativamente diferentes. A análise do gráfico sugere, mesmo assim, que o SM comete mais erros por falta de atenção do que o SF. Newcorn *et al.*, 2001, no seu estudo concluiu que o SF comete mais erros por falta de atenção (“Go”) do que o SM, mas isso não se verificou neste estudo. Mas na condição 3 verifica-se um aumento deste tipo de erros no SF sugerindo que níveis elevados de ruído interferem no desempenho dos indivíduos femininos tornando-os mais desatentos.

4.3.4 Tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora

Um dos objetivos foi também avaliar a possibilidade de deteção de uma correlação entre o aumento dos níveis de ruído e a diminuição ou aumento do tempo de reação aos estímulos, dependendo da tarefa, ou seja, dependendo de estímulos “Go” ou “NoGo”.

Ronda 1 – Estímulos Go -“P”

O gráfico 37 representa o tempo de reação ao estímulo Go -“P” da ronda 1, nos 3 níveis de exposição sonora.

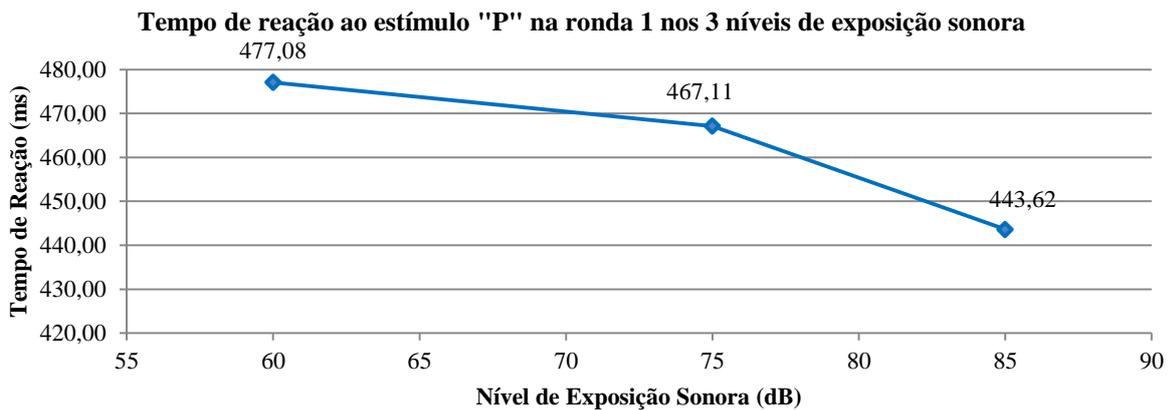


Gráfico 37: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 o tempo de reação médio de resposta aos estímulos "P" (Go) é de 477,08ms diminuindo para 467,11ms na condição 2 e diminuindo novamente para 443,62ms na condição 3. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,000$ ($<0,05$) logo, existe uma diferença significativa. Após se averiguar através do Teste de Wilcoxon qual a parelha com médias estatisticamente diferentes verifica-se que o tempo de reação médio na condição 1 é estatisticamente diferente da condição 3, $p=0,000$ ($<0,05$), e que o tempo de reação médio da condição 2 também é estatisticamente diferente da condição 3 ($p=0,000$). O facto de se verificar uma diminuição do tempo de reação poderia ser positivo, mas neste caso é negativo, pois sugere uma maior impulsividade de reação e desatenção pois ao comparar-se este gráfico com o gráfico 18 referente à percentagem média de erros "P" na ronda 1, verifica-se que existe um aumento dos erros na condição 3. Verifica-se que neste caso a melhor condição, onde se verifica uma capacidade de atenção superior e um tempo de reação menor simultaneamente é a 75 dB. Sendo também compatível com o que estudou Soderlund *et al.*, 2010, onde refere que níveis moderados de ruído aumentam a performance cognitiva. No seu estudo os sujeitos aumentaram o desempenho expostos a 78 dB.

O gráfico 38 representa o tempo de reação médio, máximo e mínimo de resposta ao estímulo "Go" "P" da ronda 1, nos 3 níveis de exposição sonora.

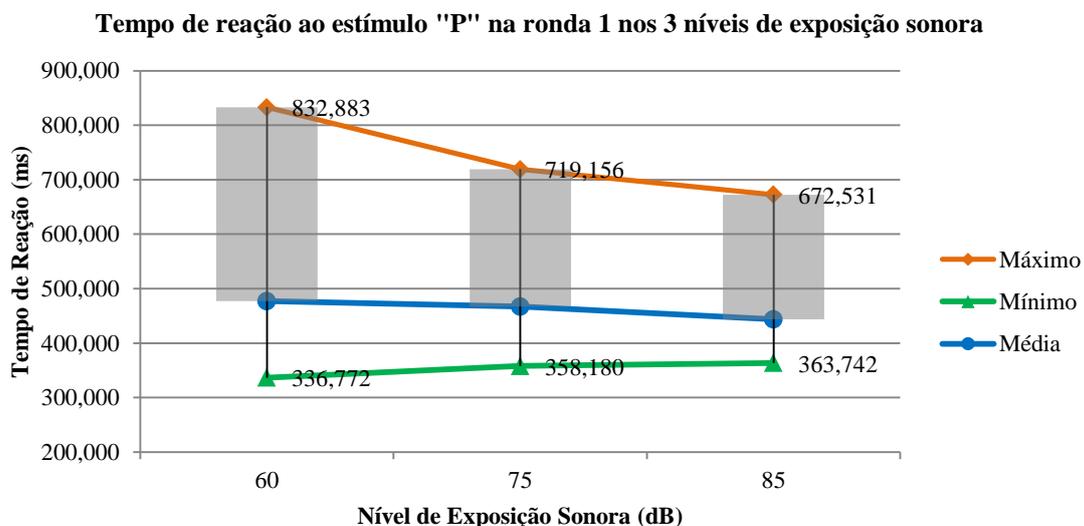


Gráfico 38: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.

O máximo de tempo de reação foi verificado na condição 1 (832,883ms), diminuindo este máximo na condição 2 e 3. Já no que respeita os tempos mínimos de reação verifica-se que vão aumentando ao longo das condições de exposição. A média segue o mesmo comportamento dos máximos.

Ronda 1 – Estímulos NoGo - “R”

O gráfico 39 representa o tempo de reação ao estímulo NoGo - “R” da ronda 1, nos 3 níveis de exposição sonora.

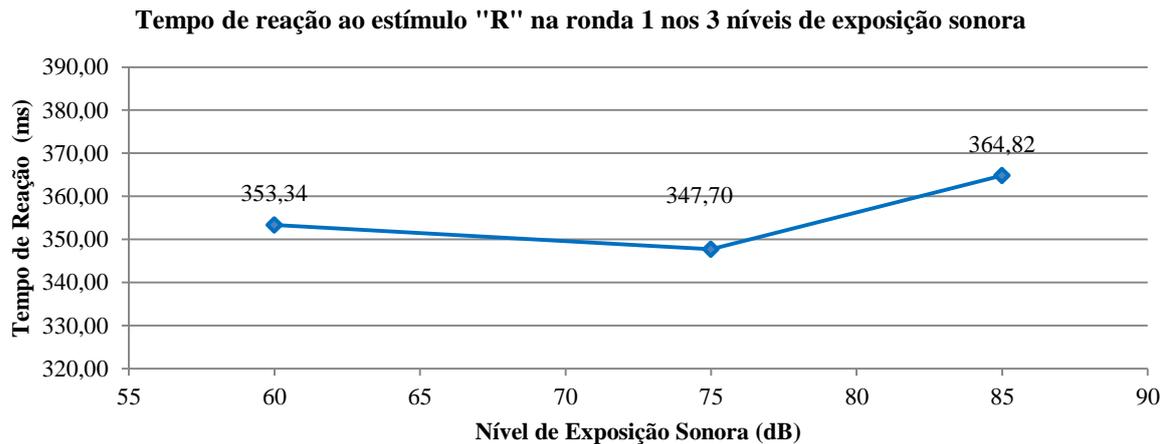


Gráfico 39: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 o tempo de reação médio de resposta aos estímulos “R” (NoGo) é de 353,34ms diminuindo para 347,70ms na condição 2 e aumentando para 364,82ms na condição 3. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,536$ ($>0,05$) logo, não existem diferenças significativas. O facto de se verificar um aumento do tempo de reação na condição 3 sugere uma maior atenção, no entanto ao comparar-se este gráfico com o gráfico 19 referente à percentagem média de erros “R” na ronda 1, verifica-se que existe um aumento dos erros na condição 3 comparativamente com a 2. Apesar de os erros “NoGo” se traduzirem numa maior impulsividade o tempo de reação aumentou ligeiramente. Mais uma vez verifica-se que neste caso a melhor condição, onde se verifica uma capacidade de atenção superior e um tempo de reação menor simultaneamente é a 75 dB.

O gráfico 40 representa o tempo de reação médio, máximo e mínimo de resposta ao estímulo NoGo - “R” da ronda 1, nos 3 níveis de exposição sonora.

O máximo de tempo de reação foi verificado na condição 2 (633,0ms), diminuindo este máximo na condição 3. Já no que respeita os tempos mínimos de reação verifica-se que ao longo das condições de exposição são de 0,00ms, significando que pelo menos um voluntário não errou nenhum estímulo R, não existindo reação ao estímulo. A média segue o comportamento oposto dos máximos diminuindo da condição 1 para a 2 e aumentando na 3.

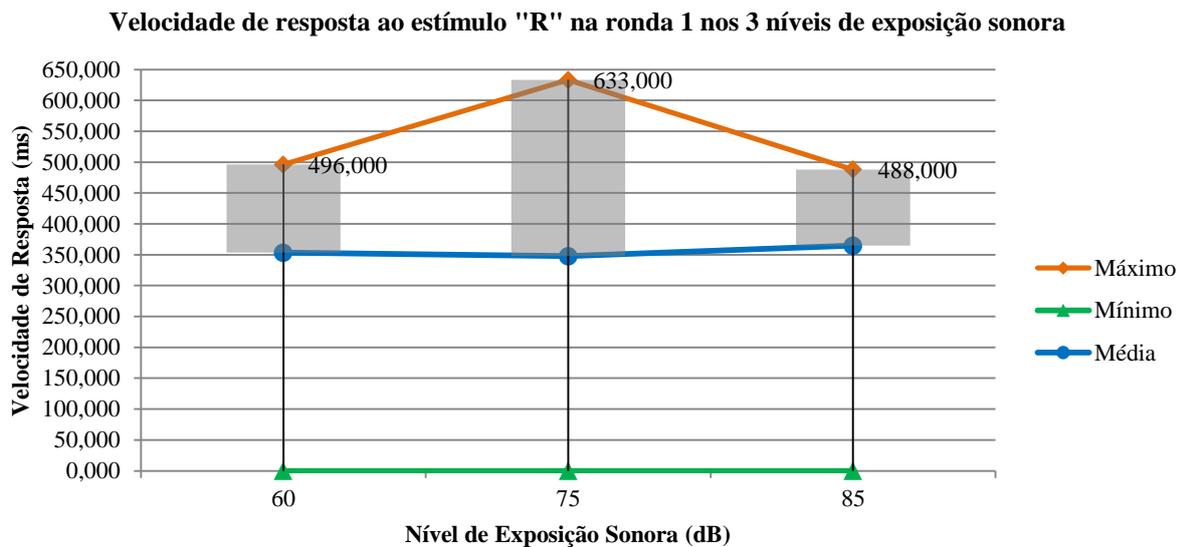


Gráfico 40: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora.

Ronda 2 – Estímulos NoGo - "P"

O gráfico 41 representa o tempo de reação ao estímulo NoGo - "P" da ronda 2, nos 3 níveis de exposição sonora.

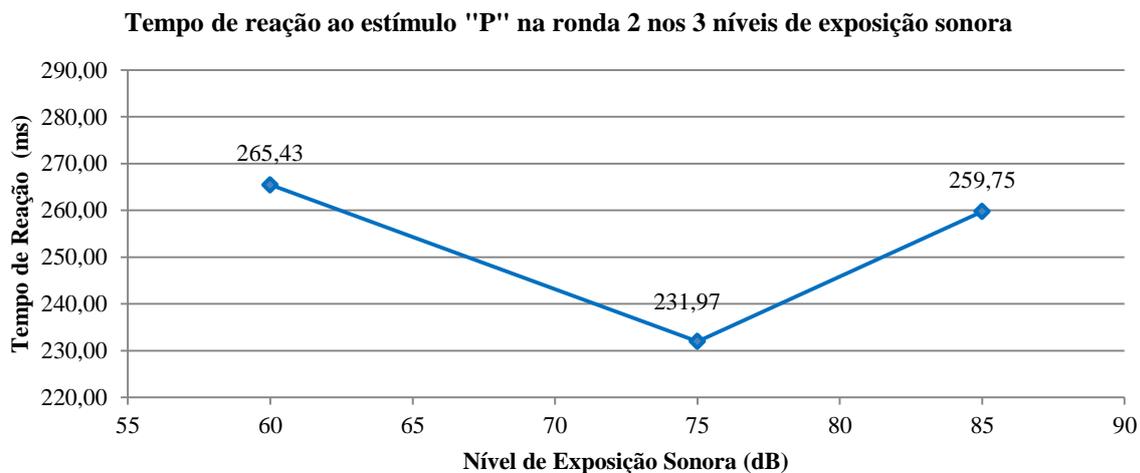


Gráfico 41: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 o tempo de reação médio de resposta aos estímulos "R" (NoGo) é de 265,43ms diminuindo para 231,97ms na condição 2 e aumentando para 259,75ms na condição 3. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,419$ ($>0,05$) logo, não existem diferenças significativas. O facto de se verificar um aumento do tempo de reação na condição 3 sugere uma maior atenção pois ao comparar-se este gráfico com o gráfico 21 referente à percentagem média de erros "P" na ronda 2, verifica-se que existe uma diminuição dos erros na condição 3 comparativamente com a 2. No entanto, apesar de os erros "NoGo" se traduzirem numa maior impulsividade o tempo de reação aumentou ligeiramente. Mais uma vez verifica-se que neste caso a melhor condição, onde se verifica uma capacidade de atenção superior e um tempo de reação menor, em simultâneo, é a 75 dB.

O gráfico 42 representa o tempo de reação médio, máximo e mínimo de resposta ao estímulo NoGo - “P” da ronda 2, nos 3 níveis de exposição sonora.

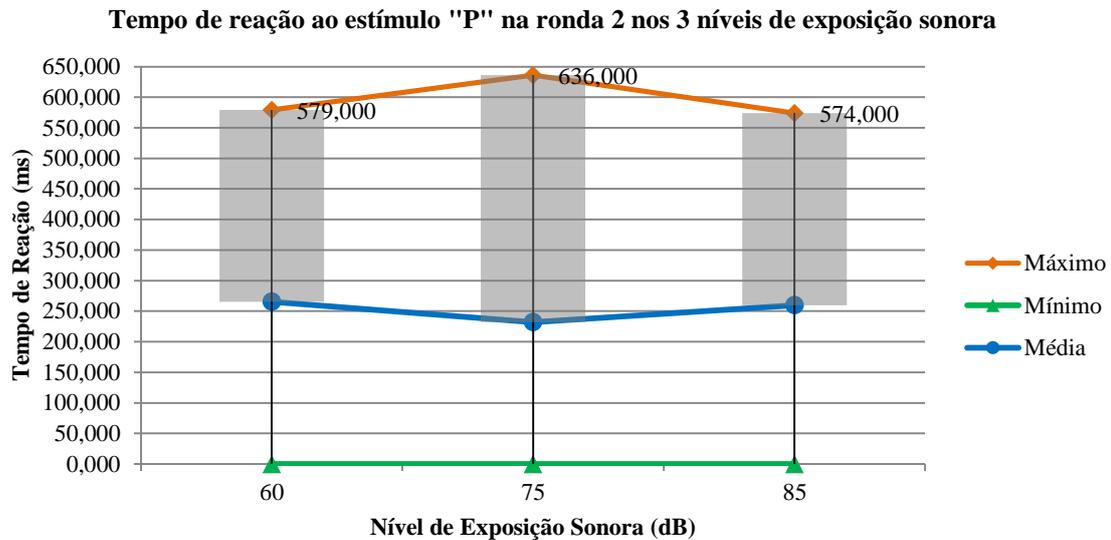


Gráfico 42: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.

O máximo de tempo de reação foi verificado na condição 2 (636,0ms), diminuindo este máximo na condição 3. Já no que respeita os tempos mínimos de reação verifica-se que, ao longo das condições de exposição são de 0,00ms. A média segue o comportamento oposto dos máximos diminuindo da condição 1 para a 2 e aumentando na 3.

Ronda 2 – Estímulos Go - “R”

O gráfico 43 representa o tempo de reação ao estímulo Go - “R” da ronda 2, nos 3 níveis de exposição sonora.

Verifica-se que na condição 1 o tempo de reação médio de resposta aos estímulos “R” (Go) é de 536,01ms diminuindo para 535,09ms na condição 2 e diminuindo novamente para 519,47ms. Após a aplicação do teste de Friedman verifica-se um $p=0,001$ ($<0,05$) logo, existe uma diferença significativa. Após se averiguar através do Teste de Wilcoxon qual a parelha com médias estatisticamente diferentes verifica-se que o tempo de reação médio na condição 1 é estatisticamente diferente da condição 3, $p=0,006$ ($<0,05$), e que o tempo de reação médio da condição 2 também é estatisticamente diferente da condição 3 ($p=0,006$). O facto de se verificar uma diminuição do tempo de reação poderia ser positivo, mas neste caso volta a ser negativo, pois sugere uma maior impulsividade de reação e desatenção. Ao comparar-se este gráfico com o gráfico 22, referente à percentagem média de erros “R” na ronda 2, verifica-se que existe um aumento dos erros na condição 3. Verifica-se que neste caso a melhor condição, onde se verifica uma capacidade de atenção superior e um tempo de reação menor simultaneamente é a 75 dB.

O gráfico 44 representa o tempo de reação médio, máximo e mínimo de resposta ao estímulo Go - “R” da ronda 2, nos 3 níveis de exposição sonora.

O máximo de tempo de reação foi verificado na condição 1 (796,094ms), diminuindo este máximo na condição 2 e 3. Já no que respeita os tempos mínimos de reação verifica-se que ao longo das condições de exposição também diminuem. A média segue o comportamento dos máximos e mínimos, diminuindo da condição 1 para a 2 e da condição 2 para a 3.

Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora

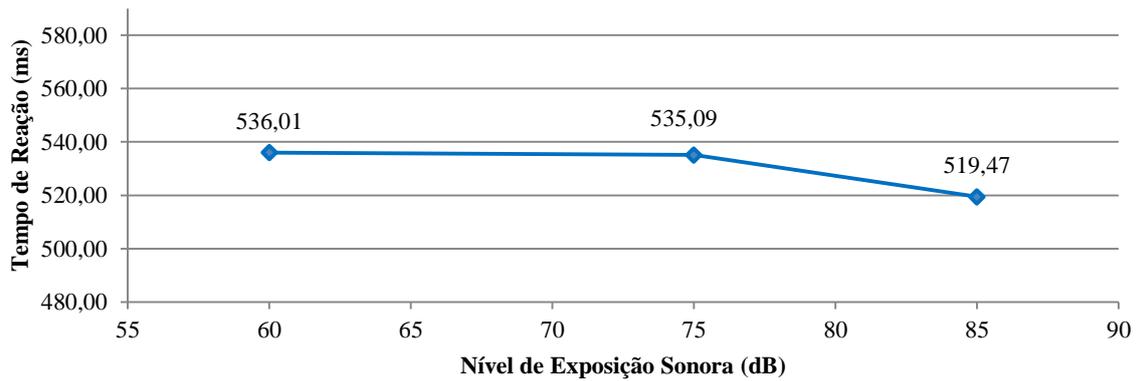


Gráfico 43: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.

Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora

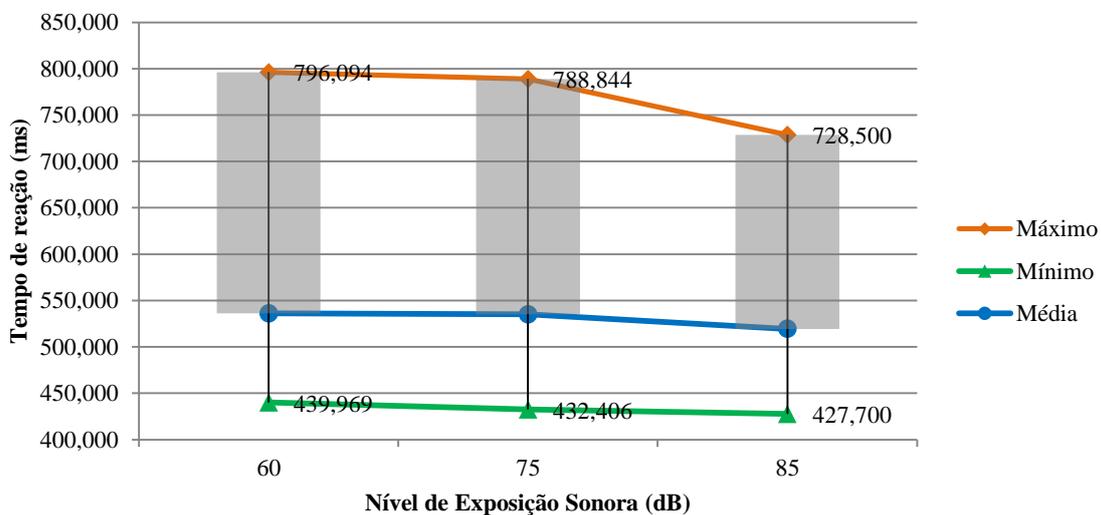


Gráfico 44: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora.

4.3.5 Tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre SR e NSR

Um dos objetivos foi também avaliar a possibilidade de detecção de uma correlação entre o aumento dos níveis de ruído e a diminuição ou aumento do tempo de reação, dependendo da tarefa, ou seja, dependendo de estímulos “Go” ou “NoGo”, entre SR e NSR.

Ronda 1 – Estímulos Go - “P”

O gráfico 45 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo Go - “P” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, os NSR levam mais tempo a reagir aos estímulos do que os SR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação nos NSR de 491,06ms enquanto que os SR reagem em média após 461,54ms. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,675$ ($>0,05$) logo, apesar dos valores, estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem o tempo de reação

a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (NSR=481,61ms e SR=452,76ms) no entanto o *valor de prova* é 0,443 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se uma diminuição do tempo de reação (NSR=452,76ms e SR=433,46ms) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,675$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

O facto de se verificar uma diminuição do tempo de reação poderia ser positivo, mas neste caso é negativo, pois sugere uma maior impulsividade de reação pois ao comparar-se este gráfico com o gráfico 25 referente à percentagem média de erros “P” na ronda 1 entre SR e NSR, verifica-se que existe um aumento dos erros na condição 3.

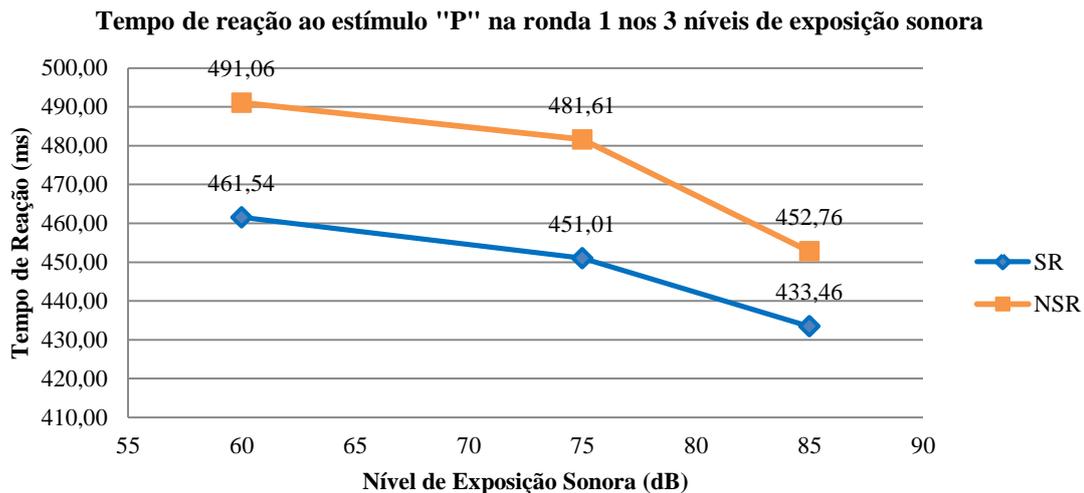


Gráfico 45: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR

Ronda 1 – Estímulos NoGo - “R”

O gráfico 46 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo “NoGo” - “R” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, neste caso os SR levam mais tempo a reagir aos estímulos do que os NSR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação nos SR de 392,62ms enquanto que os NSR reagem em média após 317,98ms. Após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,012$ ($<0,05$) logo, existem diferenças estatisticamente significativas nesta condição. Ambos os grupos diminuem o tempo de reação a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SR=384,51ms e NSR=314,57) no entanto o *valor de prova* é 0,251 ($>0,05$) logo estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se um aumento do tempo de reação (SR=386,99ms e NSR=344,86ms) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,393$) portanto à semelhança do que acontece na segunda condição estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Comparando com o gráfico 26 correspondente à percentagem de erros NoGo - “R” na ronda 1 entre SR e NSR, verifica-se que os SR erram mais que os NSR, portanto apesar de levarem mais tempo a reagir que os NSR o desempenho não é melhor, sugerindo que são mais afetados pela exposição ao ruído que os NSR em estímulos “NoGo”.

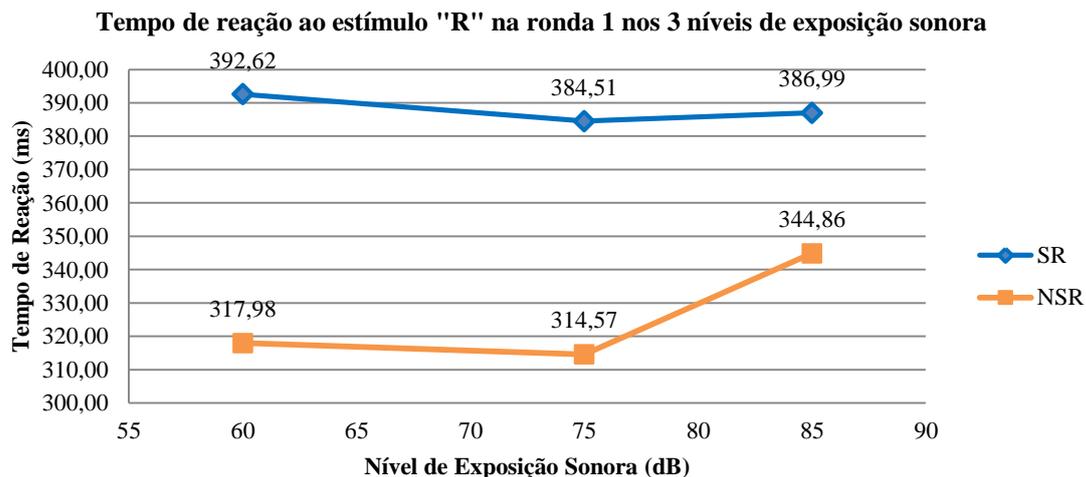


Gráfico 46: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR

Ronda 2 – Estímulos NoGo - "P"

O gráfico 47 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo NoGo - "P" na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

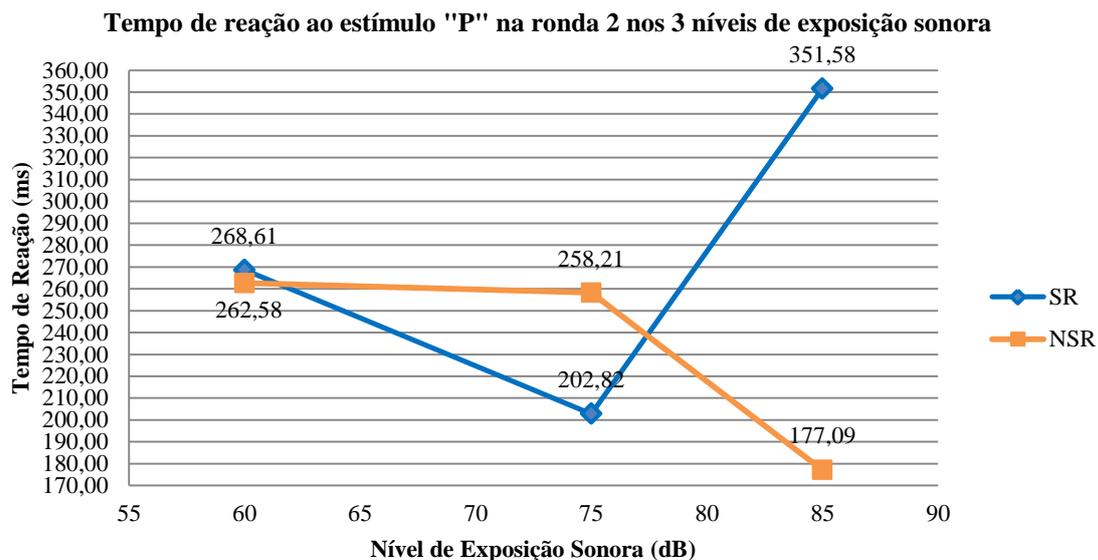


Gráfico 47: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR

Verifica-se que no que respeita à reação aos estímulos NoGo na ronda 2 existe mais variabilidade entre SR e NSR. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação nos SR de 268,61ms enquanto que os NSR reagem em média após 262,58ms. Após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,515$ ($>0,05$) logo, não existem diferenças estatisticamente significativas nesta condição. Na segunda condição, a um L_{Aeq} de 75 dB(A) verifica-se uma diminuição do tempo nos SR=202,82ms e nos NSR=258,21ms (embora muito ligeiro) no entanto o valor de prova é 0,515 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) um aumento do tempo de reação nos SR=351,58ms e uma diminuição no tempo de reação dos NSR=177,09ms. O $p<0,05$ ($p=0,016$) portanto, ao contrário do que se verifica nas outras condições, existem diferenças estatísticas significativas na terceira condição. Os NSR são mais impulsivos a reagir a estímulos NoGo na ronda 2 do que os SR que pelo

contrário demoram mais tempo a reagir do que nas outras condições. Comparando estes resultados com o gráfico 28 relativo a percentagem média de erros NoGo - “P” na ronda 2, verifica-se que os NSR cometem mais erros que os SR a um L_{Aeq} de 75 dB, apesar de demorarem mais tempo a reagir. Mas a um L_{Aeq} de 85 dB(A) e apesar de diminuírem o tempo de resposta os NSR cometem menos erros que os SR. Mais uma vez é demonstrado que o ruído tem um efeito negativo mais significativo nos SR do que nos NSR.

Ronda 2 – Estímulos Go - “R”

O gráfico 48 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo Go - “R” na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR.

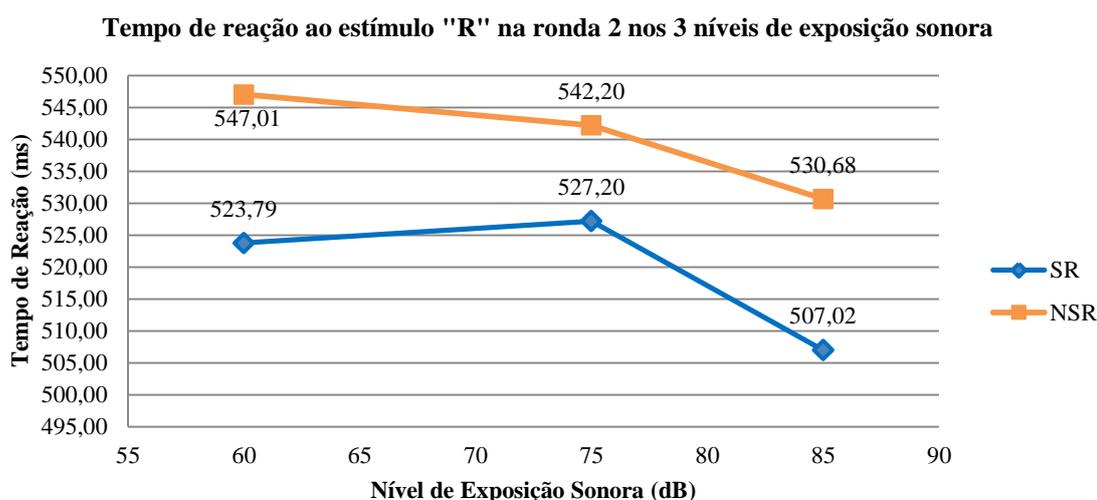


Gráfico 48: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SR e NSR

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, os NSR levam mais tempo a reagir aos estímulos Go da ronda 2 do que os SR. A um $L_{A,eq}$ de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação nos NSR de 547,01ms enquanto que os SR reagem em média após 523,79ms. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,361$ ($>0,05$) logo, apesar dos valores, estas médias não são estatisticamente diferentes. A um $L_{A,eq}$ de 75 dB(A) verifica-se uma ligeira diminuição no tempo de reação dos NSR=542,20ms enquanto se verifica um aumento nos SR=527,20ms, no entanto o *valor de prova* é 0,897 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um $L_{A,eq}$ de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se uma diminuição do tempo de reação (NSR=530,68ms e SR=507,02ms) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,346$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Em comparação com o gráfico 29 referente à percentagem média de erros Go – “R” na ronda 2, verifica-se que os SR cometem mais erros que os NSR na segunda e terceira condição. O facto de o tempo de reação dos SR ser menor que os NSR sugere uma maior impulsividade a níveis elevados de ruído do que os NSR.

De uma forma genérica é possível verificar que no que respeita os estímulos “Go” quer seja na ronda 1 quer na 2, os NSR demoram mais tempo a reagir. Enquanto no que respeita os estímulos “NoGo” os SR demoram mais tempo que os NSR principalmente a uma exposição sonora de 85 dB(A).

4.3.6 Tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora – comparação entre sexos

Um dos objetivos foi também avaliar a possibilidade de detecção de uma correlação entre o aumento dos níveis de ruído e a diminuição ou aumento do tempo de reação, dependendo da tarefa, ou seja, dependendo de estímulos “Go” ou “NoGo”, entre sexos.

Ronda 1 – Estímulos Go - “P”

O gráfico 49 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo Go - “P” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

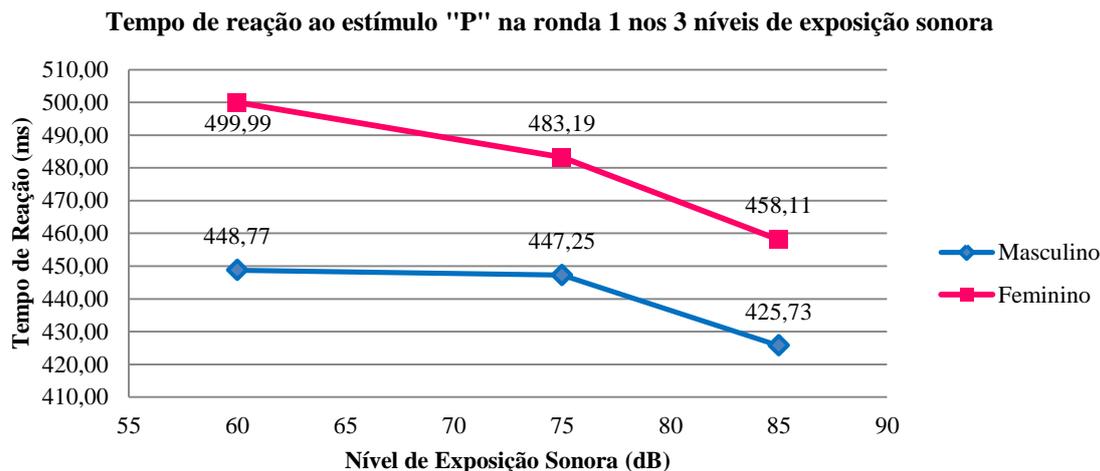


Gráfico 49: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, o SF leva mais tempo a reagir aos estímulos do que o SM. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação no SF de 499,99ms enquanto que o SM reage em média após 448,77ms. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,06$ ($>0,05$) logo, apesar dos valores, estas médias não são estatisticamente diferentes. Ambos os grupos diminuem o tempo de reação a um L_{Aeq} de 75 dB(A) (SF=483,19ms e SM=447,25ms) no entanto o *valor de prova* é 0,209 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se uma diminuição do tempo de reação (SF=458,11ms e SM=425,73ms) mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,152$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Ao comparar-se este gráfico com o gráfico 32 referente à percentagem média de erros “P” na ronda 1 entre sexos, verifica-se que existe um aumento dos erros na condição 3. Verifica-se ainda que apesar do SF ter um tempo de reação maior, erra menos.

Ronda 1 – Estímulos NoGo - “R”

O gráfico 50 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo NoGo - “R” na ronda 1 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, neste caso o SM leva mais tempo a reagir aos estímulos do que o SF. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação no SM de 381,05ms enquanto que o SF reage em média após 330,90ms. Após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,663$ ($>0,05$) logo, não existem diferenças estatisticamente significativas nesta condição. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) o SM aumenta o tempo de

reação para 394,75ms enquanto o SF diminui para 309,61ms, no entanto o *valor de prova* é 0,056 ($>0,05$) logo estas médias estão muito próximas da significância. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) o SM diminui ligeiramente o tempo de reação para 392,30ms enquanto o SF aumenta para 342,57ms mas, mais uma vez o $p > 0,05$ ($p=0,352$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

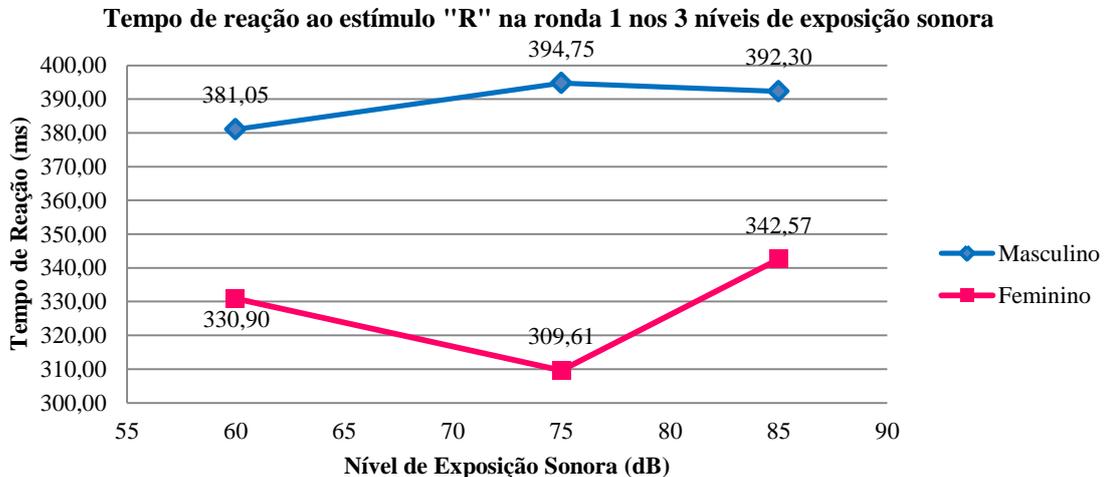


Gráfico 50: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 1 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

Comparando com o gráfico 33 correspondente à percentagem de erros NoGo - "R" na ronda 1 entre sexos, verifica-se que o SM erra mais que o SF, portanto apesar de levarem mais tempo a reagir o desempenho não é melhor, sugerindo que são efetivamente mais afetados pela exposição ao ruído neste tipo de estímulo.

Ronda 2 – Estímulos NoGo - "P"

O gráfico 51 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo NoGo - "P" na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

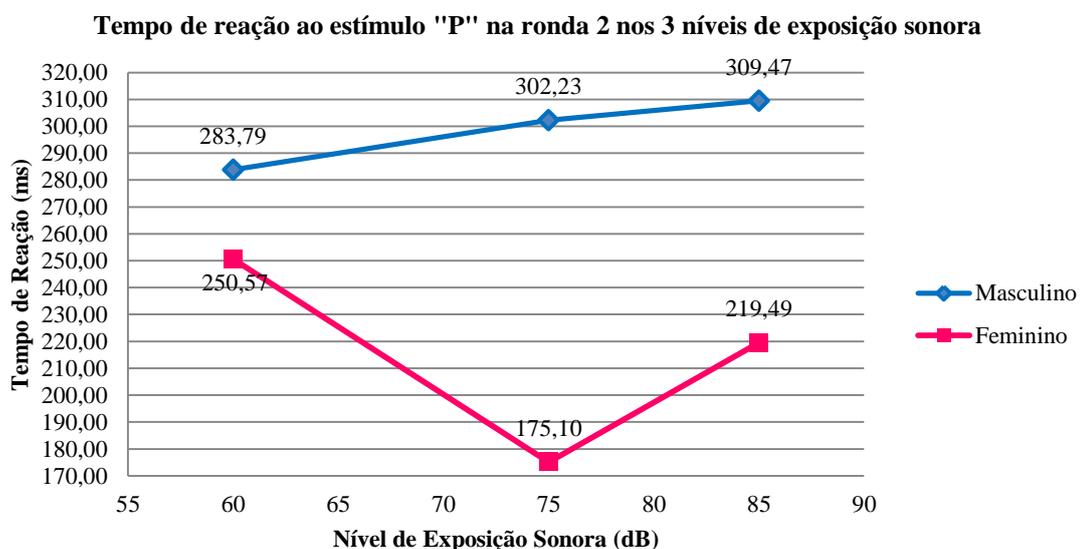


Gráfico 51: Tempo de reação ao estímulo "P" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, neste caso o SM leva mais tempo a reagir aos estímulos do que o SF. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação no SM de 283,79ms enquanto que o SF reage em média após 250,57ms. Após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,685$ ($>0,05$) logo, não existem diferenças estatisticamente significativas nesta condição. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) o SM aumenta o tempo de reação para 302,23ms enquanto o SF diminui para 175,10ms, no entanto o *valor de prova* é 0,144 ($>0,05$) logo estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) volta a verificar-se um aumento no tempo de reação do SM para 309,47ms enquanto o SF aumenta para 219,49ms mas, mais uma vez o $p>0,05$ ($p=0,383$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Comparando com o gráfico 35 correspondente à percentagem de erros NoGo - "P" na ronda 2, verifica-se que o SM erra mais que o SF, portanto apesar de levarem mais tempo a reagir o desempenho não é melhor, sugerindo que são efetivamente mais afetados pela exposição ao ruído neste tipo de estímulo.

Ronda 2 – Estímulos Go - "R"

O gráfico 52 representa a comparação entre o tempo de reação ao estímulo Go - "R" na ronda 2 do teste nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

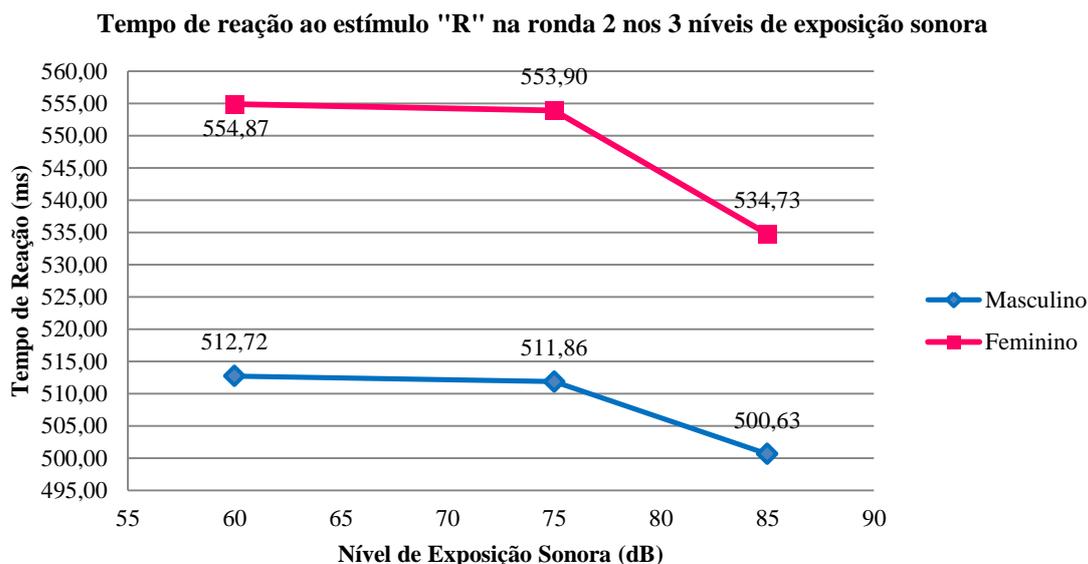


Gráfico 52: Tempo de reação ao estímulo "R" na ronda 2 nos 3 níveis de exposição sonora entre SM e SF.

Verifica-se que independentemente dos níveis de ruído a que estão expostos, neste caso o SF leva mais tempo a reagir aos estímulos Go da ronda 2 do que o SM. A um L_{Aeq} de 60 dB(A) verifica-se um tempo de reação do SF de 554,87ms enquanto que o SM reage em média após 512,72ms. No entanto, após aplicação do teste Mann-Whitney verifica-se um $p=0,095$ ($>0,05$) logo, apesar dos valores, estas médias não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 75 dB(A) verifica-se uma ligeira diminuição no tempo de reação em ambos os grupos (SF=553,90ms e SM=511,86ms), no entanto o *valor de prova* é 0,161 ($>0,05$) logo estas médias também não são estatisticamente diferentes. A um L_{Aeq} de 85 dB(A) em ambos os grupos verifica-se uma diminuição do tempo de reação (SF=534,73ms e SM=500,63ms) mas, mais uma

vez o $p > 0,05$ ($p = 0,073$) portanto à semelhança do que acontece nas outras condições estas médias também não são estatisticamente diferentes.

Em comparação com o gráfico 36 referente à percentagem média de erros Go – “R” na ronda 2, verifica-se que o SM comete mais erros que o SF. O facto de o tempo de reação do SF ser maior que do SM sugere que não são tão afetados pelo ruído quanto à impulsividade de reação e por isso erram menos.

De uma forma genérica relativamente ao tempo de reação é possível verificar que no que respeita os estímulos “Go” quer seja na ronda 1 quer na 2, o SF demora mais tempo a reagir. No que respeita os estímulos “NoGo” o SM demora mais tempo que o SF. Em comparação com os 3 níveis de exposição, verifica-se que nos estímulos “Go” o tempo de reação diminui à medida que aumenta o nível de ruído, enquanto que nos estímulos NoGo o tempo de reação aumenta. No entanto, verificam-se tempos de reação superiores para estímulos “Go” em comparação com os estímulos “NoGo”.

4.3.7 Resultados do tratamento estatístico

Após a aplicação dos vários testes estatísticos a fim de se perceber se existem ou não diferenças estatísticas significativas quer ao nível dos erros, quer ao nível do tempo de reação durante a tarefa cognitiva, verifica-se que muitas vezes o *valor de prova* está muito próximo do nível de significância 0,05. Por este motivo, estabeleceu-se uma diferença entre as conclusões obtidas com um *alpha* de 0,05 ou de 0,1, dado o N da amostra e o facto de por não seguir uma distribuição normal se ter optado por testes não paramétricos e por isso menos potentes. A tabela 5, 6, 7 e 8 possibilitam a análise dos valores de prova obtidos ao nível da diferença entre erros nos 3 níveis de exposição sonora, diferença entre tempos de reação nos 3 níveis de exposição sonora, e respetivas diferenças entre SR vs NSR e SM vs SF.

Tabela 5: Valores de prova entre diferenças na percentagem de erros nos 3 níveis de exposição sonora.

	% média de erros	Teste Estatístico	<i>valor de prova</i>
L _{Aeq}	Total do teste	Friedman	0,085
	Ronda 1	Friedman	0,239
	Ronda 1 "P"	Friedman	0,025
	Ronda 1 "P" 60dB_75dB	Teste do Sinal	0,078
	Ronda 1 "P" 60dB_85dB	Teste do Sinal	0,031
	Ronda 1 "P" 75dB_85dB	Teste do Sinal	0,454
	Ronda 1 "R"	Friedman	0,256
	Ronda 2	Friedman	0,472
	Ronda 2 "P"	Friedman	0,487
	Ronda 2 "R"	Friedman	0,368

Tabela 6: Valores de prova entre diferenças no tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora.

	Tempo de reação	Teste Estatístico	valor de prova
LAeq	Ronda 1 "P"	Friedman	0,000
	Ronda 1 "P" 60dB_75dB	Wilcoxon	0,122
	Ronda 1 "P" 60dB_85dB	Wilcoxon	0,000
	Ronda 1 "P" 75dB_85dB	Wilcoxon	0,000
	Ronda 1 "R"	Friedman	0,536
	Ronda 2 "P"	Friedman	0,419
	Ronda 2 "R"	Friedman	0,001
	Ronda 2 "R" 60dB_75dB	Wilcoxon	0,845
	Ronda 2 "R" 60dB_85dB	Wilcoxon	0,006
	Ronda 2 "R" 75dB_85dB	Wilcoxon	0,006

Tabela 7: Valores de prova entre diferenças na percentagem média de erros nos 3 níveis de exposição sonora entre SR vs NSR e SM vs SF.

			LAeq 60 dB(A)	LAeq 75 dB(A)	LAeq 85 dB(A)
	% média de erros	Teste Estatístico	valor de prova	valor de prova	valor de prova
SR vs NSR	Total do teste	Mann-Whitney	0,158	0,251	0,276
	Ronda 1	Mann-Whitney	0,133	0,196	0,409
	Ronda 1 "P"	Mann-Whitney	0,613	1,000	0,654
	Ronda 1 "R"	Mann-Whitney	0,087	0,186	0,377
	Ronda 2	Mann-Whitney	0,613	1,000	0,055
	Ronda 2 "P"	Mann-Whitney	0,874	0,361	0,035
	Ronda 2 "R"	Mann-Whitney	0,443	0,443	0,613
SM vs SF	Total do teste	Mann-Whitney	0,523	0,144	0,161
	Ronda 1	Mann-Whitney	0,816	0,337	0,243
	Ronda 1 "P"	Mann-Whitney	0,663	0,243	0,663
	Ronda 1 "R"	Mann-Whitney	0,601	0,432	0,220
	Ronda 2	Mann-Whitney	0,052	0,011	0,042
	Ronda 2 "P"	Mann-Whitney	0,114	0,152	0,060
	Ronda 2 "R"	Mann-Whitney	0,383	0,144	0,561

Tabela 8: Valores de prova entre diferenças no tempo de reação nos 3 níveis de exposição sonora entre SR vs NSR e SM vs SF.

			LAeq 60 dB(A)	LAeq 75 dB(A)	LAeq 85 dB(A)
	Tempo de reação	Teste Estatístico	valor de prova	valor de prova	valor de prova
SR vs NSR	Ronda 1 "P"	Mann-Whitney	0,675	0,443	0,675
	Ronda 1 "R"	Mann-Whitney	0,012	0,251	0,393
	Ronda 2 "P"	Mann-Whitney	0,515	0,515	0,016
	Ronda 2 "R"	Mann-Whitney	0,361	0,897	0,346
SM vs SF	Ronda 1 "P"	Mann-Whitney	0,06	0,209	0,152
	Ronda 1 "R"	Mann-Whitney	0,663	0,056	0,352
	Ronda 2 "P"	Mann-Whitney	0,685	0,144	0,383
	Ronda 2 "R"	Mann-Whitney	0,095	0,161	0,073

As células a verde representam as diferenças estatisticamente significativas a um α de 0,05. Juntamente com as células a amarelo verificam-se as diferenças estatisticamente significativas a um α de 0,1. Valores de prova muito próximos do nível de significância apresentam algumas dúvidas quanto à interpretação. Logo são significâncias que devem ser interpretadas com cautela. Se se aceitar um α de 0,1 tornam-se mais evidentes as diferenças quanto às percentagens de erro entre SR e NSR e entre sexos a um L_{Aeq} de 60 dB(A) e de 85 dB(A). Também quanto aos tempos de reação é possível a aceitação de diferenças estatísticas significativas entre sexos, principalmente em estímulos “Go” a um L_{Aeq} de 60 dB(A); no estímulo NoGo - “R” a 75 dB(A); e no estímulo Go - “R” a 85 dB(A). No anexo XII disponível em CD podem ser consultados os relatórios estatísticos.

4.3.8 Evolução da percentagem de erros no decorrer dos ensaios

Outro objetivo deste trabalho foi caracterizar a evolução temporal do desempenho cognitivo em cada uma das três condições estipuladas. Para isso utilizou-se os dados referentes à percentagem média do total dos erros de 40 em 40 estímulos, nas 3 condições de exposição sonora. Convém referir que a evolução até aos 160 estímulos inclusive diz respeito à ronda 1 do teste Go-NoGo e a partir dos 200 estímulos diz respeito à ronda 2.

O gráfico 53 representa a evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros do total do teste na primeira condição de ruído (L_{Aeq} 60 dB(A)).

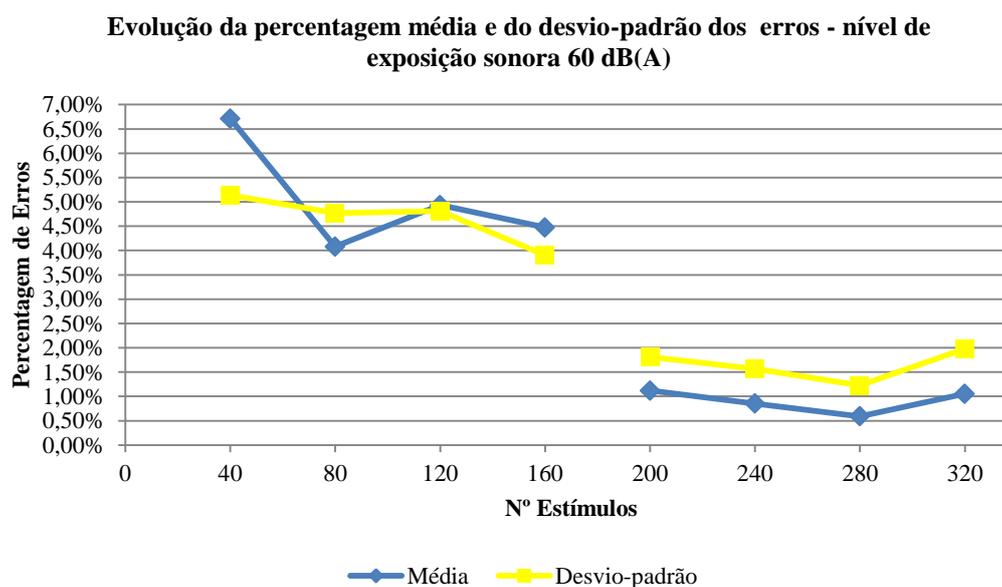


Gráfico 53: Evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).

No que respeita a ronda 1 verifica-se a maior diminuição da percentagem média de erros até aos 80 estímulos, seguido de um aumento aos 120 e novamente uma diminuição aos 160. A partir dos 200 estímulos a percentagem média de erros diminui continuamente até aos 280, verificando-se um ligeiro aumento aos 320. É possível visualizar que a percentagem média de erros no que respeita a ronda 2 é muito inferior à ronda 1.

Verifica-se que o desvio-padrão segue a mesma distribuição que a média, no entanto, aos 80 estímulos e durante a ronda 2 é superior.

O valor do desvio padrão (DP) é uma medida do grau de dispersão dos valores em torno da média. Quando o desvio padrão é elevado significa que existe maior variabilidade dos dados em

relação à média. Por isso, verifica-se que existe uma maior variabilidade da percentagem de erros cometidos durante a ronda 2.

O gráfico 54 representa a evolução da percentagem de erros do teste realizado na primeira condição de ruído (L_{Aeq} 60 dB(A)), demonstrando a média, máximo e mínimo.

Verifica-se que na ronda 1 a percentagem máxima de erro é atingida aos 40 e aos 120 estímulos (22,50%), enquanto na ronda 2 é atingida aos 320 estímulos (10,00%). Quanto aos mínimos verifica-se que foi continuamente de 0,00%.

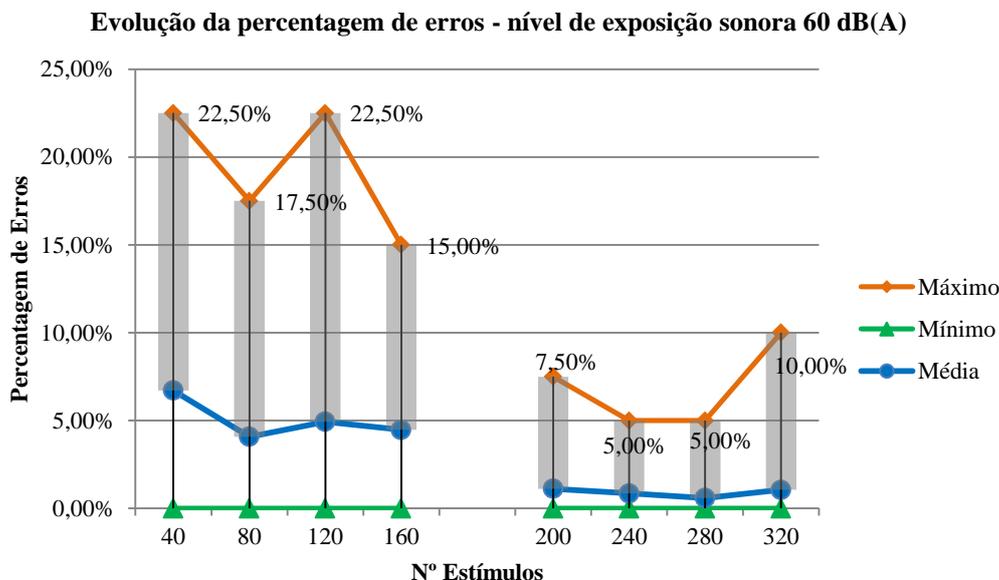


Gráfico 54: Evolução da percentagem média, máxima e mínima de erros - $L_{A,eq}$ 60 dB(A).

O gráfico 55 representa a evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros do total do teste na segunda condição de ruído (L_{Aeq} 75 dB(A)).

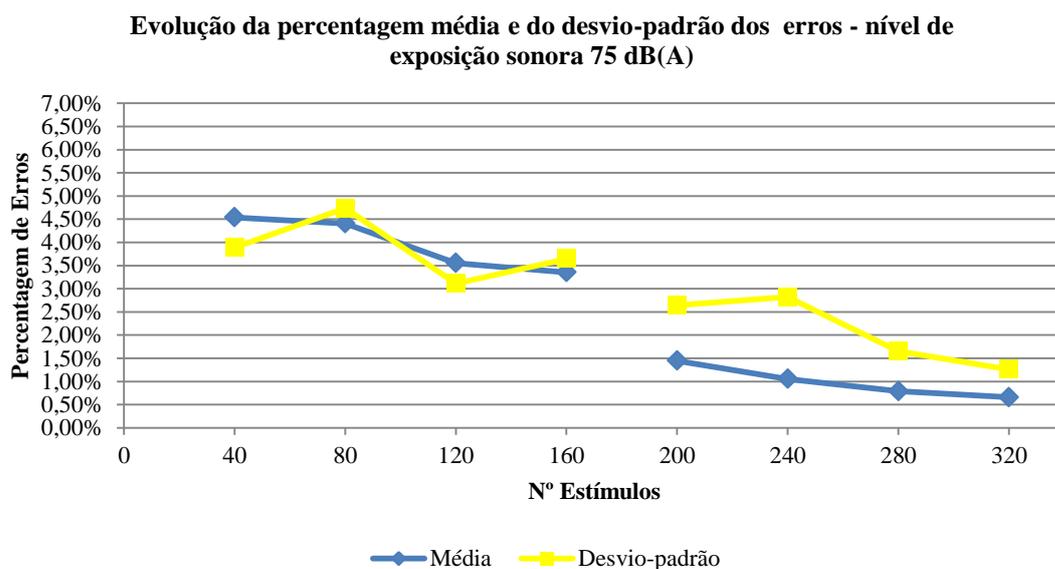


Gráfico 55: Evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros - $L_{A,eq}$ 75 dB(A).

Nesta segunda condição verifica-se que quer na ronda 1 quer na ronda 2 a percentagem média diminui continuamente ao longo do tempo. Ainda assim, é possível visualizar que a percentagem média de erros no que respeita a ronda 2 é inferior à ronda 1. Através da análise do DP verifica-se que a variabilidade de erros na ronda 2 é maior comparativamente à ronda 1. No entanto o DP aproxima-se do valor médio no decorrer da ronda 2 apesar de a maior variabilidade se verificar nos 240 estímulos.

O gráfico 56 representa a evolução da percentagem de erros do teste realizado na primeira condição de ruído (L_{Aeq} de 75 dB(A)), demonstrando a média, máximo e mínimo.

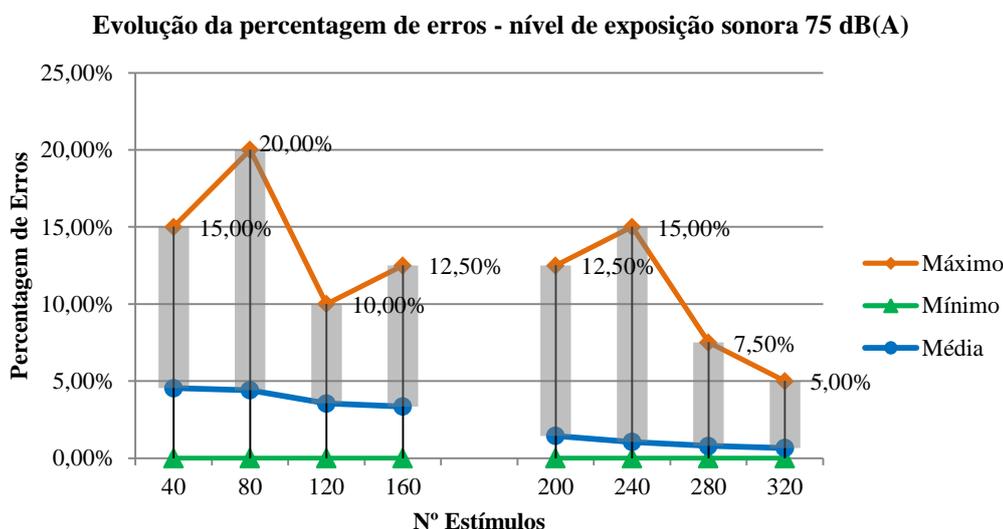


Gráfico 56: Evolução da percentagem média, máxima e mínima de erros - L_{Aeq} 75 dB(A).

Verifica-se que na ronda 1 a percentagem máxima de erro é atingida aos 80 estímulos (20,00%), enquanto na ronda 2 é atingida aos 240 estímulos (15,00%). Quanto aos mínimos verifica-se que foi continuamente de 0,00%.

O gráfico 57 representa a evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros do total do teste na terceira condição de ruído (L_{Aeq} 85 dB(A)).

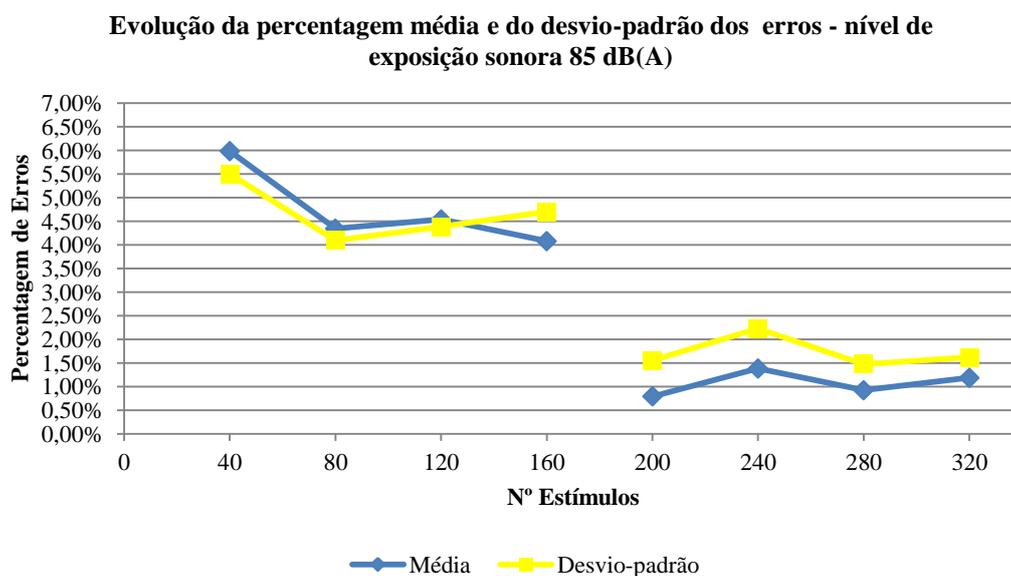


Gráfico 57: Evolução da percentagem média e do desvio-padrão dos erros - L_{Aeq} 85 dB(A).

Nesta terceira condição verifica-se que na ronda 1 existe uma diminuição da percentagem média de erros nos 80 estímulos, seguido de um ligeiro aumento aos 120 e uma diminuição aos 160 estímulos. Na ronda 2 a percentagem média de erros aumenta aos 240 estímulos seguida de uma ligeira diminuição aos 280 e novamente um aumento aos 320. Ainda assim, é possível visualizar que a percentagem média de erros no que respeita a ronda 2 é inferior à ronda 1. Através da análise do DP verifica-se que a variabilidade de erros na ronda 2 é maior comparativamente à ronda 1. No entanto o DP aproxima-se do valor médio no decorrer da ronda 2. Na ronda 1 a maior variabilidade de erros situa-se no final, nos 160 estímulos.

O gráfico 58 representa a evolução da percentagem de erros do teste realizado na terceira condição de ruído (L_{Aeq} de 85 dB(A)), demonstrando a média, máximo e mínimo.

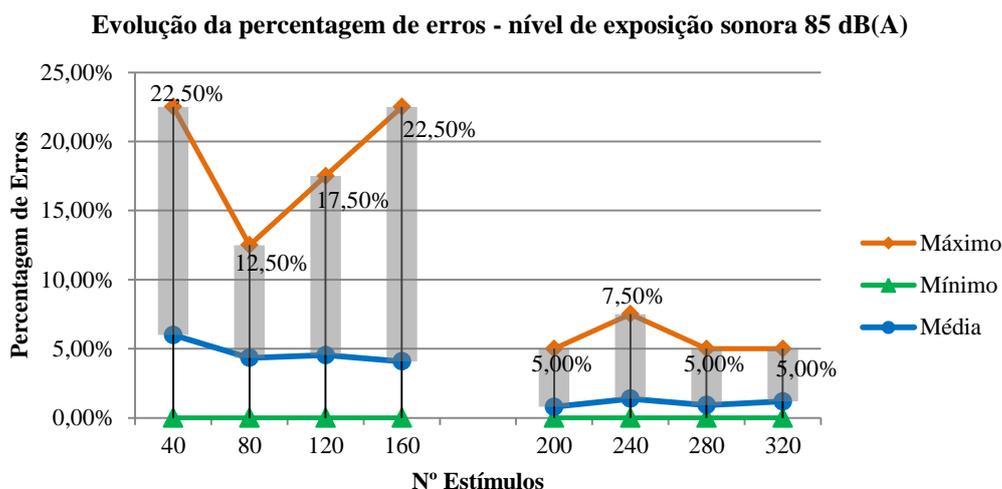


Gráfico 58: Evolução da percentagem média, máxima e mínima de erros - $L_{A,eq}$ 85 dB(A).

Verifica-se que na ronda 1 a percentagem máxima de erro é atingida aos 40 e 160 estímulos (22,50%), enquanto na ronda 2 é atingida aos 240 estímulos (7,50%). Quanto aos mínimos verifica-se que foi continuamente de 0,00%.

No gráfico 59 é possível comparar a percentagem média de erros ao longo do teste nos 3 níveis de exposição sonora a que os voluntários foram sujeitos, enquanto no gráfico 60 estão representados os DP.

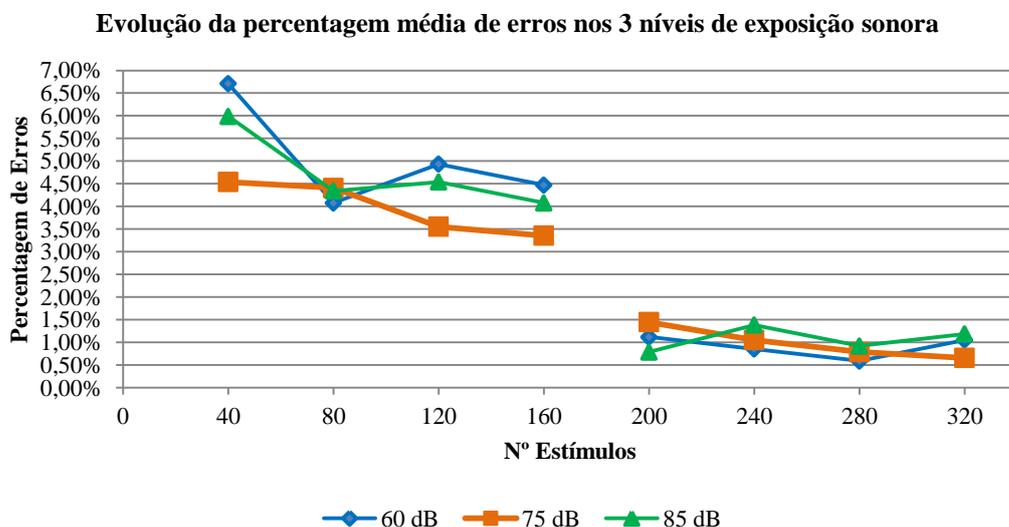


Gráfico 59: Comparação entre os 3 níveis de exposição sonora da evolução da percentagem média de erros.

Evolução do desvio-padrão dos erros nos 3 níveis de exposição sonora

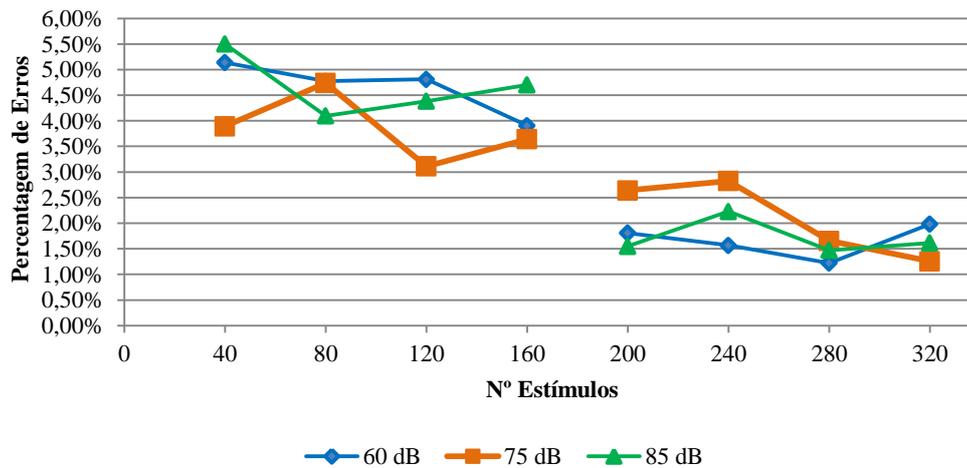


Gráfico 60: Comparação entre os 3 níveis de exposição sonora da evolução da percentagem dos DP dos erros.

Após análise destes resultados verifica-se que neste estudo, no que respeita a percentagem de erros cometidos, na generalidade a exposição a um nível de ruído de 75 dB foi a que obteve melhores resultados dado que foi a 75 dB que foram cometidos menos erros, quer na ronda 1 quer na ronda 2 do teste Go-NoGo, verificando-se uma tendência para diminuir também o DP dos erros ao longo do tempo. No entanto, na ronda 2 os DP são sistematicamente superiores aos valores médios, o que demonstra uma maior variabilidade dos valores amostrais.

A percentagem média de erros na ronda 1 a uma exposição de 85 dB(A) tende a ser ligeiramente superior comparativamente com as exposições a 60 e 75 dB(A).

É importante referir que a tarefa cognitiva Go-NoGo segue um padrão próprio, pelo que a análise da evolução dos erros ao longo do tempo acaba por não ter significado para a análise das rondas em simultâneo. Por este motivo, deve avaliar-se esta evolução por ronda. Mesmo assim, cada ronda contém estímulos “Go” e “NoGo”, cuja reação avalia desempenhos diferentes como já foi verificado anteriormente. Assim, esta evolução apenas permite verificar o comportamento dos voluntários perante uma ronda mais ativa (ronda 1) e uma ronda menos ativa (ronda 2).

5 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1 Conclusões

Com este estudo piloto pretendeu-se avaliar a influência do ruído no desempenho cognitivo, considerando o sexo e a sensibilidade individual ao ruído. Submeteram-se os voluntários (N=38) a 3 ensaios de cerca de 10 minutos, onde realizaram a tarefa cognitiva Go-NoGo da bateria de testes PEBL, sujeitos a 3 condições diferentes de ruído: 60 dB(A), 75 dB(A) e 85 dB(A) de ruído branco, registadas pelo sonómetro. Os ensaios decorreram em dias diferentes (mínimo de 24h00 de diferença) no interior da câmara climática (não anecoica) a fim de se conseguir controlar outros agentes que possam interferir no desempenho cognitivo. Aplicou-se ainda um questionário de sensação térmica que permitiu averiguar o modo subjetivo como os voluntários percecionaram o ambiente térmico no interior da câmara climática, e o questionário de sensibilidade individual ao ruído (WNS) que permitiu distinguir quais os voluntários sensíveis ao ruído (SR) e não sensíveis ao ruído (NSR).

O objetivo principal, inicialmente proposto foi cumprido, pois realizaram-se com sucesso todas as etapas para a sua concretização.

A partir dos resultados obtidos, pode concluir-se que no que respeita à sensibilidade ao ruído em geral, é maior a percentagem de voluntários do sexo feminino que se consideram SR, enquanto que a maior percentagem de voluntários do sexo masculino considera-se NSR.

Da análise à percentagem média de erros efetuados no teste verifica-se que a condição 2, referente à exposição a 75 dB(A) foi a condição que de uma forma geral melhorou o desempenho cognitivo dos voluntários. Sendo também compatível com o que estudou Soderlund *et al.*, 2010, onde refere que níveis moderados de ruído branco aumentam a performance cognitiva. No seu estudo os sujeitos aumentaram o desempenho expostos a 78 dB(A)

A pior condição não é inequivocamente a 85 dB, visto que a 60 dB também se verificou uma percentagem de erros elevados. Estas diferenças não são significativas ($p > 0,05$) à exceção da percentagem média de erros “P” (Go) na ronda 1 onde se verifica que a condição 1 é significativamente diferente da condição 3, sugerindo uma maior falta de atenção e concentração. Além disso é verificado que a percentagem de erros é superior na ronda 1 relativamente à ronda 2. Este facto pode ser devido à ronda 1 ser mais ativa e aumentar a probabilidade de se cometer erro. Comparativamente, os SR cometem mais erros que os NSR, no entanto estas diferenças apenas são estatisticamente significativas no que respeita os erros “P” na ronda 2 (NoGo) na condição a 85 dB(A), onde se pode concluir que níveis mais elevados de ruído afetam negativamente indivíduos SR tornando-os mais impulsivos. A impulsividade está associada a irritação e stresse. A sensibilidade ao ruído é uma característica intrínseca do indivíduo e como é subjetiva torna-se difícil a sua medição. No entanto, é este fenómeno que justifica as diferentes formas dos indivíduos reagirem ao ruído mesmo “intra-grupo” (SR e NSR) (Belojevik *et al.*, 1992; Kishikawa, *et al.*, 2006).

No que respeita a comparação entre sexos verifica-se que de um modo geral o SM comete mais erros que o SF, verificando-se sobretudo que o SM comete especificamente mais erros de impulsividade (NoGo) que o SF. Verificam-se diferenças estatisticamente significativas no total da ronda 2 na condição 2 (75 dB(A)) ($p = 0,011$) e 3 (85 dB(A)) ($p = 0,042$) onde o SM comete mais erros que o SF. De referir que a ronda 2 é uma ronda que não requer muita reação, confirmando uma vez mais, que o SM, neste tipo de tarefa, é mais impulsivo do que o SF.

Relativamente ao tempo de reação verifica-se que o nível mais elevado de ruído diminui significativamente o tempo de reação a estímulos “Go” na ronda 1. A diminuição do tempo de reação pode ser interpretada de forma positiva mas não neste caso, pois sugere maior

impulsividade e desatenção, uma vez que conduz a mais erros cometidos. Também é verificada uma diminuição significativa do tempo de reação ($p=0,006$) a estímulos “Go” na ronda 2. Em comparação com os 3 níveis de exposição, verifica-se que nos estímulos “Go” o tempo de reação diminui à medida que aumenta o nível de ruído, enquanto que nos estímulos NoGo o tempo de reação aumenta. No entanto, verificam-se tempos de reação superiores para estímulos “Go” em comparação com os estímulos “NoGo”. Comparativamente entre NSR e SR verifica-se que estes últimos demoram mais tempo a reagir a estímulos “NoGo”, enquanto os NSR demoram mais tempo a reagir a estímulos “Go”. Já no que respeita o SM e o SF, o SM demora mais tempo a reagir a estímulos “NoGo” enquanto que o SF demora mais tempo a reagir a estímulos “Go”.

A condição onde simultaneamente se verifica uma diminuição do tempo de reação e dos erros cometidos que uma forma geral é a condição a 75 dB(A), concluindo-se que uma exposição a ruído branco de 75 dB(A), pelo menos durante uma tarefa cognitiva durante cerca de 10 minutos, aumenta o desempenho dos indivíduos.

No entanto, desempenhar uma tarefa cognitiva que depende de atenção, reação a estímulos e concentração com exposição a ruído de 75 dB(A), origina uma maior percentagem de sintomas, nomeadamente ao nível do cansaço e sonolência do que uma exposição a 60 dB(A). Enquanto que desempenhar a mesma tarefa com uma exposição sonora de 85 dB(A) origina uma percentagem mais elevada de ansiedade e dores de cabeça. Verificou-se que a aplicabilidade do questionário de sensação térmica e sintomatologia associada a ambientes térmicos considerados neutros para o trabalho, quando existe outro agente físico de perturbação é restrita. Pois os voluntários percebem um ambiente térmico neutro ou próximo, mas desenvolvem sintomatologia, que provavelmente é provocada pelo agente perturbador, o ruído.

A exposição contínua ao ruído pode causar problemas na saúde e provocar sinais patológicos, como perda de atenção, dores de cabeça, aumento da frequência cardíaca e pressão arterial, vasoconstrição periférica, aumento da secreção e da mobilidade gástrica, contração muscular, entre outros (Cantrell, 1974).

Através deste estudo piloto também se concluiu que a nível metodológico a análise dos resultados da tarefa Go-NoGo completa não é o mais adequado para avaliar o desempenho. A tarefa tem um padrão próprio, pelo que nem mesmo a análise por rondas é suficiente. É necessário avaliar o desempenho sempre por estímulos “Go” ou “NoGo” e definir o que realmente é importante avaliar com a exposição ao ruído – falta de atenção ou impulsividade. Assim, a evolução temporal também não tem significado. Para não existirem resultados dúbios ao nível da significância deve ter-se em atenção critérios de exclusão da amostra para a tornar mais homogênea e dispensar fatores de variabilidade: devem ser sempre distinguidos SR de NSR e SF de SM; os *outliers* devem ser removidos antes de executar os testes estatísticos; o volume da amostra deve ser aumentado tal como o tempo de realização da tarefa. Também deve ser tido em consideração o quotidiano dos voluntários (se dormiram bem no dia anterior ao ensaio, se foram submetidos a algum exame, se tiveram problemas no trabalho, etc).

Os efeitos não auditivos da exposição a níveis de ruído entre a população trabalhadora têm suscitado o interesse entre investigadores. Principalmente num tempo onde o ruído é omnipresente quer a nível ocupacional quer ambiental. No entanto, ainda não existem conclusões significativas relativamente à interferência do ruído quer no desempenho cognitivo de indivíduos, quer ao nível de neuroticismo que é a tendência para se sentir sentimentos negativos como a irritação, ansiedade e depressão. Por este motivo, todos os trabalhos que possam no futuro ser desenvolvidos sobre esta temática serão sempre importantes no sentido de comprovar a negatividade do ruído e impulsionar uma nova perspetiva legal.

5.2 Perspetivas futuras

Neste sentido, um estudo piloto espera contribuir para o desenvolvimento de metodologias de análise, em condições controladas, que levem ao estabelecimento de relações concretas, mensuráveis, entre o agente físico ruído e o desempenho cognitivo.

Enumeram-se, de seguida, sugestões de novas abordagens que poderão ser aplicadas em futuros desenvolvimentos do presente estudo exploratório:

- Proceder aos ensaios numa câmara anecoica de modo a que os voluntários não estejam sujeitos no mínimo a uma exposição sonora de 60 dB;
- De modo a averiguar a limitação de a quantidade de erros a 60 dB não depender só do nível de exposição mas também devido ao facto de ser a primeira condição e por isso a primeira vez que os voluntários têm contacto com a tarefa cognitiva, deve-se prever um dia controlo para este primeiro contacto;
- Agrupar a amostra com o objetivo de independentemente comparar 3 níveis de exposição;
- Definir critérios de exclusão da amostra de modo a garantir a homogeneidade: remover outliers, distinguir sempre sensíveis e não sensíveis ao ruído, sexo feminino e masculino e avaliar quanto aos erros e tempo de reação sempre em separado, estabelecer um método que verifique o historial dos voluntários antes da realização da tarefa cognitiva, por exemplo se dormiram bem, se comeram, se estavam a trabalhar, se iam ter algum exame ou se tinham acabado de realizar um, se se sentiam cansados, etc;
- Realizar 2 ou mais tarefas com carga cognitiva diferente em separado (por exemplo avaliar só um tipo de estímulo) e averiguar a interferência do ruído nestas;
- Realizar os ensaios em diferentes alturas do dia, estabelecendo uma comparação com o ritmo circadiano e o maior ou menor desempenho cognitivo;
- Aumentar o tempo de exposição aos diferentes níveis de exposição sonora, aumentando também o tempo de realização da tarefa cognitiva;
- Quantificar a reação de irritabilidade/impulsividade, medindo a pressão sistólica e diastólica no início e no final de cada ensaio;
- Por se almejar aumentar o conhecimento sobre o modo de funcionamento da mente humana, são cada vez mais realizados estudos que incluem a utilização da técnica EEG (eletroencefalograma), e a investigação do esforço mental e da resposta cognitiva perante diversas situações onde se inclui a exposição a diferentes níveis de ruído;
- Por último, a representatividade dos resultados seria melhorada com o aumento da amostra.

6 BIBLIOGRAFIA

- Alimohammadi, I, Sandrock, S, & MR, Gohari. (2013). The effects of low frequency noise on mental performance and annoyance. *Environmental Monitoring Assessment*, 185(8), 7043-7051.
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2005), *Revista FACTS*, nº 57. Relatório do Observatório dos Riscos. Bilbao. ISSN 1681-2166.
- Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho (2006), *Revista FACTS*, nº 67. Relatório do Observatório dos Riscos. Bilbao. ISSN 1681-2166.
- Arezes, P., & Miguel, A. S. (2002). A exposição ocupacional ao ruído em Portugal. *Revista Portuguesa de Saúde Pública*, 20.
- Arezes, P.M. & Santos, S. (2008). The Effect of Low Noise Levels Exposure in Workers Cognitive Performance: A Case Study in a Office. *Proceedings from the 15th ICSV – International Congress Acoustics and Vibration*, Daejeon: South Korea, pp. 2217-2224.
- Arezes, P. M., Silva, P. C. & Santos, S. M (2009). Cognitive Impairment in Administrative Workers Due to Noise Exposure. *Proceedings of the 17th World Congress on Ergonomics - IEA2009*, Beijing, China, p. 6.
- Arezes, Pedro M., Barbosa, Susana, & Miguel, A. Sérgio. (2010). Noise as a cognitive impairment factor: a case study amongst teachers. *Proceedings of 20th International Congress on Acoustics*.
- Arezes, P. M. F. M. (2002). *Percepção do Risco de Exposição Ocupacional ao Ruído*. Tese de Dissertação de Douramento. Departamento de Produção e Sistemas. Escola de Engenharia. Guimarães. Universidade do Minho.
- Barbosa, M. S.A. (2009). *Ruído e Desempenho Cognitivo dos Professores: Tese de Dissertação de Mestrado*. Universidade do Minho.
- Belojevic, G., Jakovljevic, B., Slepcevic, V. (2003) Noise and Mental Performance: Personality Attributes and Noise Sensitivity. University of Belgrade, Faculty of Medicine, Institute of Hygiene and Medical Ecology, Serbia. *Noise & Health. A Quarterly Inter-disciplinary International Journal*, Vol.6:21, pp. 77-89.
- Bengtssona, J., Wayea, K., & Kjellberg, A. (2003). Evaluations of effects due to low-frequency noise in a low demanding work situation. *Journal of Sound and Vibration*, 278.
- Berglund, B., Lindvall, T., & Schwela, D. H. (1999). *Guidelines for community noise*. (44-47). Geneva: World health Organization
- Bezdjian, Serena, Baker, Laura A., Lozano, Dora Isabel, & Raine, Adrian. (2009). Assessing inattention and impulsivity in children during the Go/NoGo task. *Br J Dev Psychol.*, 27(2), 365–383.
- Boman, E., Enmarker, I., Hygge, S. (2005). Strength of Noise Effects on Memory as a Function of Noise Source and Age. *Kungl Tekniska Hogskolan. Royal Institute of Technology. Sweden. University of Gävle*, Vol 7:27, pp. 11-26.
- Branco, E. R.P. (2013). *O Ruído nas Escolas: Tese de Dissertação de Mestrado*. Universidade de Coimbra.
- Bullinger, M., Hygge, S., Evans, G. W., Meis, M., Von Mackensen, S. (1999). The Psychological Cost of Aircraft Noise for Children. *Zentralblatt fur Hygiene und Umweltmedizin*, 202, pp. 127-138.
- Carter, M, & Bruce, R. (2009). *Op Amps for Everyone*. Texas Instruments, 10-11.

-
- Cantrell, R. W. (1974). Prolonged Exposure to Intermittent Noise: Audiometric, Biochemical, Motor, Psychological, and Sleep Effects. *Laryngoscope, Supplement I, Vol. 84, No. 10, p. 2.*
- Carvalho, A. P. Oliveira de. 2012. *Acústica Ambiental e de Edifícios. Edição 8.2. Porto : FEUP - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.*
- Cohen, S., Weinstein, N. (1982). *Non-auditory Effects of Noise on Behavior and Health.* In Evans, G. W. (1982). *Environmental Stress.* New York. Cambridge University Press.
- Cohen, S., Evans, G. W., Stokols, D., Krantz, D. S. (1986). *Behavior, Health and Environmental Stress.* New York: Plenum Press.
- Cohen, Rajal G., Klein, Krystal A., Giladi, Nir, Nutt, John G., Horak, Fay B., Nomura, Mariko, Mancini, Martina. (2014). Inhibition, Executive Function, and Freezing of Gait. *J Parkinsons Dis., 4(1), 111 - 122.*
- Costa, V. (1994). O Ruído e as Suas Interferências na Saúde e no Trabalho. *Revista Acústica e Vibrações, Vol. 13, Julho, pp. 41-60.*
- Couto, Nuno Filipe Martins. (2013). *Caraterização da variável ruído e hierarquização de medidas de proteção numa indústria metalomecânica. (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.*
- Eniz, A. & Garavelli, S. L. (2006). The Accoustic Contamination of School Environment due to Urban Noises in the Federal District, Brasil. *Holos Environment, Vol.6, Nº2, p. 137.*
- Evans, G. W., Lepore, S. J. (1993). *Nonauditory Effects of Noise on Children: A Critical Review – Children’s Environment, Vol.10, pp. 31-51.*
- Evans, G. W., Maxwell, L. (1997). *Chronic Noise Exposure and Reading Deficits: The Mediating Effects of Language Acquisition. Environment and Behavior, Vol. 29, Nº 5, pp. 638-656.*
- Freitas, Luís (2008). *Segurança e Saúde do Trabalho. 1ª Edição. Lisboa, Edições Sílabo.*
- Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2006). *Tratado de fisiologia humana. (Vol. 11ª Edição, cap. 52): Elsevier, Lda.*
- Hasfeldt, D., Laerkner, E., & Birkelund, R. (2010). Noise in the operating room - What do we know? A review of the literature. *American Society of PeriAnesthesia Nurses, 25.*
- Helps, Suzannah K., Bamford, Susan, Sonuga-Barke, Edmund J. S., & Söderlund, Göran B. W. (2014). Different Effects of Adding White Noise on Cognitive Performance of Sub-, Normal and Super-Attentive School Children. *PLoS ONE, 9 (11).*
- Heinonen-Guzejev, M. (2009). *Noise Sensitivity. Medical, Psychological and Genetic Aspects. Department of Public Health. University of Helsinki. Finland.*
- Job, R. F. (1999). Reaction to Combined Noise Sources: The Roles of General and Specific Noise Sensitivities. *Inter-Noise, Vol. 99, pp. 1189–1194.*
- Kishikawa, H., Matsui T., Uchiyama I., Miyakawa M., Hiramatsu K., Stansfeld S. A. (2006). The Development of Weinstein's Noise Sensitivity Scale, Vol. 8, pp. 154-160.
- Konkani, A., & Oakley, B. (2011). *Noise in hospital intensive care units—a critical review of a critical topic.*
- Kuo, Hui-Hsiung. (1996). *Probability and Stochastics Series. White Noise Distribution Theory: CRC Press, Inc.*
- Levak, Kristina, Horvat, Marko e Domitrovic, Hrvoje. 2008. Effects of Noise on Humans. *International Symposium ELMAR-2008. 50ª, 2008, pp. 333-336.*
- Loewen, Laura J., & Suedfeld, Peter. (1992). Cognitive and Arousal Effects of Masking Office Noise. *Environmental & Behavior, 24, 381-395.*

- Liu, X, Iwanaga, K, Shimomura, Y, & Katsuura, T. (2007). Comparison of stress responses between mental tasks and white noise exposure. *Journal of Physiological Anthropology*, 26(2), 165-171.
- Lundquist, P., Holmberg, K., Landstrom, U. (2000). Annoyance and Effects on Work from Environmental Noise at School, Vol. 2, 8, pp. 39-46.
- Luz, G. A. (2005). Noise Sensitivity Rating of Individuals. *Sound and Vibration*, Agosto, pp. 14-17.
- Martins, Raquel Pereira. (2014). Estudo integrado da componente do pestanejar nos registos eeg e por captação de imagem, como indicador de fadiga no desempenho de tarefas em diferentes condições ambientais. (Dissertação de Mestrado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Miguel, A.S. (2007); Manual de Higiene e Segurança do Trabalho. (10ª Edição). Porto Editora.
- Miyakawa, M., Matsui T., Uchiyama, I., Hiramatsu, K., Hayashi, N., Morita, I., Morio, K., Yamashita, K. Ohashi, S. (2008). Relationship Between Subjective Health and Disturbances of Daily Life due to Aircraft Noise Exposure. Questionnaire Study Conducted Around Narita International Airport. Non-auditory: 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) 2008, Foxwoods, CT.
- Mueller, Shane T., & Piper, Brian J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL Test Battery. *Journal of Neuroscience Methods*, 222, 250-259.
- Newcorn JH, Halperin JM, Jensen PS, Abikoff HB, Arnold E, Cantwell DP. (2001) Symptom profiles in children with ADHD: Effects of comorbidity and gender. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*.
- NP EN ISO 1730:1996. Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiente .
- NP EN ISO 1733:1981. Acústica, Higiene e segurança no trabalho. Determinação da exposição ao ruído durante o exercício de uma actividade profissional, que visa protecção auditiva.
- NP EN ISO 9612: 2011 que aprova o método de engenharia para a determinação da exposição ao ruído.
- Prodanov, Cleber Cristiano, & Freitas, Ernani Cesar de. (2013). Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do trabalho Académico (2nd ed.): Editora Universidade Feevale.
- Reynolds, J, McClelland, A, & Furnham, A. (2014). An investigation of cognitive test performance across conditions of silence, background noise and music as a function of neuroticism. *Anxiety, Stress, and Coping* ., 27(4), 410-421.
- Stephan Sandrock , Martin Schütte, Barbara Griefahn (2009). Impairing effects of noise in high and low noise sensitive persons working on different mental tasks. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. May 2009, Vol. 82, Issue 6, pp .779-785
- Smith, A. P. (1991). Noise and aspects of attention. *British Journal of Psychology*, 82, pp. 313-324.
- Smith, A. (2003). The Concept of Noise Sensitivity: Implications for Noise Control; *Noise & Health Journal*, Vol. 5:18, pp. 57-59.
- Söderlund, G, Sverker, S, & Andrew, S. (2007). Listen to the noise: Noise is beneficial for cognitive performance in ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(8), 840–847.
- Soderlund, G, Sverker, S, & Jan, L. (2010). The effects of background white noise on memory performance in inattentive school children. *Behavioral and Brain Functions*, 6(1), 55.
- Stansfeld, S. A., Matsui, T., Gallacher, J., Babisch, B. (2002). Longitudinal effects of noise, noise sensitivity and psychosocial factors on men's psychological distress. *Proc. ISEE/ISEA*, pp. 221-222.

-
- Stansfeld, S. A., Matheson, M.P. (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health – *Medicale. Bulletin*, 68, pp. 243-57.
- Suter, A. H. (2009). The hearing conservation amendment: 25 years later., 11.
- Telo, E. (2006). Acção de Sensibilização: As condições de Segurança e Saúde no trabalho no contexto da deficiência visual. Instituto para a Segurança, Higiene e Saúde no trabalho.
- Topf, M. (1989). Sensitivity to Noise, Personality Hardiness and Noise-induced. *Environmental and Behavior Journal*, Vol. 21, pp. 717-735.
- Topf, M. (2000). Hospital noise pollution: an environmental stress model to guide research and clinical interventions. *Journal of Advanced Nursing*, 3.
- Vehid, S., Erginöz, E., Yurtseven, E., Çetin, E., Köksal, S., & Kaypmaz, A. (2011). Noise Level of Hospital Environment. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 4.
- Weinstein, N. D. (1978). Individual Differences in Reactions to Noise: a Longitudinal Study in a College Dormitory. *Journal of Applied Psychology*, Vol. 63, pp. 458-466.

ANEXOS

Anexo I – Declaração de Consentimento Informado

Anexo II – Questionário de Sensibilidade Térmica

Anexo III – Questionário Avaliação da Sensibilidade Individual ao Ruído

Anexo IV – Protocolo de Ensaio

Anexo V – Tabela de Avaliação SR e NSR

Anexo I – Declaração de Consentimento Informado



Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

Declaração de Consentimento Informado

Nome

Idade Sexo: M...F....

Declaro para os devidos efeitos que:

1. Estou disposto a participar como voluntário, num estudo experimental ao tema:.....
Que será conduzido por:
- Nas instalações do (a).....
2. Recebi uma explicação sobre a natureza e a finalidade deste estudo e de quaisquer riscos para a minha saúde que estão previstos e que podem ser:
 - a) Aumento do batimento cardíaco durante o ensaio;
 - b) Outro qualquer sintoma de stresse por exposição a ruído que apareça durante o ensaio, como, por exemplo, dores de cabeça, náuseas ou vertigens, deve ser imediatamente comunicado e o ensaio suspenso.
3. Concordo em fornecer informações precisas sobre a minha saúde e ser submetido a exame médico, se tal for necessário. Entendo que todas as informações sobre a minha saúde são tratadas em sigilo.
4. Concordo em cooperar plenamente com os investigadores e não tomar qualquer atitude voluntária que possa invalidar os resultados.
5. Durante o decorrer das investigações a que estou agora a dar o meu consentimento, comprometo-me a não participar, como voluntário, em qualquer outro estudo, sem informar previamente os investigadores e obter a sua aprovação.
6. A qualquer momento sei que posso retirar o meu consentimento de participação no estudo, sem necessidade de dar uma explicação para a minha decisão.
7. Compreendi a informação que me foi dada, tive oportunidade de fazer perguntas e as minhas dúvidas foram esclarecidas.
8. Aceito participar de livre vontade no estudo acima mencionado.
9. Autorizo expressamente que os dados obtidos na minha pessoa sejam utilizados para a produção de artigos técnicos e científicos, sendo garantido sigilo sobre a minha identidade.

Assinatura.....

Data.....

Declaração do pesquisador

No âmbito do estudo descrito acima, expliquei ao Senhor(a)..... a natureza e a finalidade do estudo e de eventuais riscos de participação no mesmo. Mais, expliquei que a decisão dos voluntários não afeta o direito à indemnização em caso de doença ou lesão, incluindo riscos que possam ocorrer, ainda que não previstos.

Assinatura.....

Data.....

Anexo II – Questionário de Sensibilidade Térmica e Sintomatologia



Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

ANEXO 2 – Questionário de Sensibilidade Térmica e Sintomatologia

Este questionário será implementado no âmbito de um trabalho de investigação para uma tese de mestrado e todas as respostas são estritamente confidenciais.

Nome			
Data de Nascimento		Sexo	M___ F___
Ensaio N.º		Data	

Por favor responda às seguintes perguntas relativamente ao seu Conforto Térmico no início do ensaio e no final do ensaio.

Início do ensaio ao entrar na câmara climática

1. Indique na escala como se sentiu no momento de entrar na câmara.

HORA:.....

SENSAÇÃO	Quente	
	Morno	
	Ligeiramente Morno	
	Neutro	
	Ligeiramente Fresco	
	Fresco	
	Frio	

2. Como gostaria de estar agora? Assinale a sua resposta com um X:

+ Quente	Neutro	+ Fresco
----------	--------	----------

3. Se sentiu algum dos sintomas abaixo mencionados assinale com um X:

Sonolência	Enjoo	Vómitos	Tonturas	Calafrios	Ansiedade	Cansaço	Apatia	Perda de Coordenação Motora	Outro, qual?	Nenhum

Preencher no Final do Ensaio

1. Indique na escala como se sente no final do ensaio, antes de abandonar a câmara.

HORA:.....

SENSAÇÃO	Quente	
	Morno	
	Ligeiramente Morno	
	Neutro	
	Ligeiramente Fresco	
	Fresco	
	Frio	

2. Como gostaria de estar agora? Assinale a sua resposta com um X:

+ Quente	Neutro	+ Fresco
----------	--------	----------

3. Se sentiu algum dos sintomas abaixo mencionados assinale com um X:

Sonolência	Enjoo	Vômitos	Tonturas	Calafrios	Ansiedade	Cansaço	Apatia	Perda de Coordenação Motora	Outro, qual?	Nenhum

Anexo III – Questionário Avaliação da Sensibilidade Individual ao Ruído



Mestrado em Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais

Questionário de Avaliação de Sensibilidade Individual ao Ruído

Este questionário será implementado no âmbito de um trabalho de investigação para uma tese de mestrado e todas as respostas são estritamente confidenciais.

Nome			
Idade		Sexo	M___ F___

Assinale, com um círculo, o número que melhor identifique até que ponto concorda com cada uma das seguintes afirmações:

	Totalmente em desacordo				Totalmente de acordo		
1. Não me importaria de viver numa rua ruidosa, desde que o meu apartamento fosse bom.	1	2	3	4	5	6	7
2. Actualmente estou mais consciente acerca do ruído do que costumava estar.	1	2	3	4	5	6	7
3. Ninguém se deve incomodar muito, caso alguém coloque a música muito alta de forma pontual.	1	2	3	4	5	6	7
4. No cinema, o ruído dos sussurros e das pessoas a comerem costuma distrair-me.	1	2	3	4	5	6	7
5. Sou facilmente acordado por ouvir alguns ruídos.	1	2	3	4	5	6	7
6. Caso o local onde esteja a estudar/ler seja ruidoso, tento fechar a porta ou janela ou deslocar-me para um outro local.	1	2	3	4	5	6	7
7. Fico irritado quando os meus vizinhos são barulhentos.	1	2	3	4	5	6	7
8. Habituo-me à maior parte dos ruídos sem muita dificuldade.	1	2	3	4	5	6	7
9. Preocupar-me-ia se o apartamento em que estivesse interessado em alugar estivesse localizado mesmo em frente de um quartel dos bombeiros.	1	2	3	4	5	6	7
10. Por vezes, os ruídos irritam-me e enervam-me profundamente.	1	2	3	4	5	6	7
11. Mesmo a música que habitualmente gosto de ouvir me incomoda, caso esteja a tentar concentrar-me.	1	2	3	4	5	6	7
12. Não me incomodaria em ouvir o ruído típico do dia-a-dia dos meus vizinhos (passos, água a correr, etc.).	1	2	3	4	5	6	7
13. Quando quero ficar sozinho, incomoda-me ouvir o ruído proveniente do exterior.	1	2	3	4	5	6	7
14. Tenho facilidade em concentrar-me, independentemente do que se esteja a passar à minha volta.	1	2	3	4	5	6	7
15. Numa biblioteca, não me incomoda que as pessoas falem, desde que o façam de forma sossegada.	1	2	3	4	5	6	7
16. Por vezes, há momentos em que necessito de absoluto silêncio.	1	2	3	4	5	6	7
17. Os motociclos pesados deveriam ter equipamentos de escape maiores e mais eficazes.	1	2	3	4	5	6	7
18. Parece-me muito difícil conseguir relaxar num local ruidoso.	1	2	3	4	5	6	7
19. Fico furioso com pessoas que façam ruídos que me impeçam de adormecer ou de terminar uma determinada tarefa.	1	2	3	4	5	6	7
20. Não me importaria de viver num apartamento com paredes finas.	1	2	3	4	5	6	7
21. Sou sensível ao ruído.	1	2	3	4	5	6	7

Obrigada pela colaboração!

Procedimento geral dos ensaios:

1. Ligar a Câmara Climática pelo menos 4 horas para estabilizar valores das variáveis ambientais (25°C temperatura e 50% de humidade relativa);
2. Verificar a bateria do sonómetro *01dB Solo*;
3. Sincronização de relógios do computador e do sonómetro.

Inicialmente efetua-se a sincronização através do acerto dos respetivos relógios de modo a evitar discrepâncias no tempo de recolha dos dados.

4. Calibrar o sonómetro e instalá-lo no interior da câmara climática a uma altura de 0,80 m (voluntário na posição sentado) e a uma distância do canal auditivo externo do voluntário de 0,3 m; proceder ao início da medição e verificar se os dB registados correspondem ao pretendido (dependendo da condição que se pretende testar);

(4.1 Na condição 2 e 3 emitir o ruído selecionado através das colunas para dentro da câmara climática medindo através do sonómetro o nível de exposição sonora a 75 dB(A) e 85dB(A) respetivamente;)

5. Receção do voluntário no laboratório;

É fornecida aos voluntários uma breve explicação da natureza dos ensaios e a descrição das tarefas, bem como de todo o equipamento a utilizar, leitura e preenchimento da declaração de consentimento informado e do questionário de sensibilidade individual ao ruído, se for a primeira vez que o voluntário comparece para o ensaio;

6. Questionar o voluntário sobre qualquer dúvida;
7. Instalar o voluntário na câmara climática e fornecer o questionário de sensação térmica e sintomatologia, onde deve ser preenchida a primeira parte no início do ensaio (cerca de 1 minuto);
8. Disponibilizar no monitor a tarefa cognitiva Go-NoGo, a realizar (cerca de 8 minutos);
9. O voluntário quando se sente preparado inicia a tarefa cognitiva;
10. Finalizando a tarefa cognitiva (o final do teste aparece automaticamente), o voluntário preenche a segunda parte do questionário de sensação térmica e sintomatologia (cerca de 1 minuto);
11. Sair da câmara climática;
12. Verificar a gravação dos dados da tarefa cognitiva e do sonómetro.

Anexo V – Tabela de Avaliação SR e NSR pela Escala de WNS

Voluntário	Pontuação (mediana)	Classificação SR vs NSR
1	75	NSR
2	86	NSR
3	84	NSR
4	100	SR
5	75	NSR
6	86	NSR
7	94	NSR
8	112	SR
9	116	SR
10	81	NSR
11	101	SR
12	101	SR
13	114	SR
14	73	NSR
15	99	SR
16	97	NSR
17	78	NSR
18	113	SR
19	99	SR
20	90	NSR
21	111	SR
22	117	SR
23	114	SR
24	79	NSR
25	68	NSR
26	73	NSR
27	115	SR
28	117	SR
29	111	SR
30	83	NSR
31	104	SR
32	98	NSR
33	117	SR
34	96	NSR
35	123	SR
36	90	NSR
37	109	SR
38	105	SR