

Rebecca Bugarin Araujo

**AVALIAÇÃO DO GRAU DE INCÔMODO ASSOCIADO AO  
RÚIDO AERONÁUTICO NAS COMUNIDADES VIZINHAS AO  
AEROPORTO PELO USO DA TEORIA DE RESPOSTA AO  
ITEM**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Erasmo Felipe Vergara Miranda, Dr. Eng.

Coorientador: Prof. Dalton Francisco de Andrade, PhD. Eng.

Florianópolis  
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Araujo, Rebecca Bugarin

Avaliação do grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico nas comunidades vizinhas ao aeroporto pelo uso da Teoria de Resposta ao Item / Rebecca Bugarin Araujo ; orientador, Erasmo Felipe Vergara, coorientador, Dalton Francisco de Andrade, 2017. 153 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

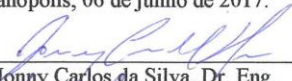
1. Engenharia Mecânica. 2. Ruído aeronáutico. 3. Incômodo. 4. Parâmetros não acústicos. 5. Teoria de Resposta ao Item. I. Vergara, Erasmo Felipe. II. Andrade, Dalton Francisco de. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. IV. Título.

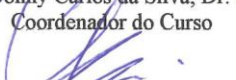
Rebecca Bugarin Araujo

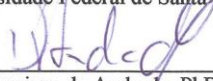
**AVALIAÇÃO DO GRAU DE INCÔMODO ASSOCIADO AO  
RUIDO AERONÁUTICO NAS COMUNIDADES VIZINHAS  
AO AEROPORTO PELO USO DATEORIA DE RESPOSTA  
AO ITEM**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de  
“Mestre em Engenharia Mecânica”, e aprovada em sua forma final pelo  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.


Florianópolis, 06 de junho de 2017.

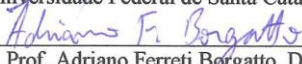
  
\_\_\_\_\_  
Prof. Jonny Carlos da Silva, Dr. Eng.  
Coordenador do Curso

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Erasmo Felipe Vergara Miranda, Dr. Eng. – Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina


  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dalton Francisco de Andrade, PhD. – Coorientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Erasmo Felipe Vergara Miranda, Dr. Eng. – Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Adriano Ferreti Borgatto, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

  
\_\_\_\_\_  
Eng. Carlos Henrique Gomes, Dr.  
Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Edson Benício de Carvalho Jr., Dr.  
Universidade Católica de Brasília, UCB/UniCEUB



Dedico ao meu amigo Camilo,  
guerreiro, e a todos aqueles que estão  
na luta contra o câncer.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, que me proporcionou saúde para conclusão deste trabalho. Em seguida, ao meu pai, Pedro, modelo de ser humano para mim, que juntos nessa caminhada pudemos compartilhar conhecimento e nos apoiar mutuamente para o alcance da conclusão do mestrado (para mim) e doutorado (para ele). Não podendo faltar, também, a minha mãe, Raquel, revisora, conselheira e amiga, e aos meus irmãos, Mauro e Matheus, pela amizade e companheirismo.

Aos meus orientador Prof. Felipe Vergara e coorientador Prof. Dalton de Andrade pela disponibilidade, auxílio e conhecimento compartilhado.

Aos professores da graduação, pela confiança e pelo incentivo no aperfeiçoamento do conhecimento acadêmico.

Às alunas da fonoaudiologia e, em especial, a minha amiga Patrícia Moraes, que me ajudaram nas repetidas idas às comunidades para coletar os dados para a pesquisa.

Aos amigos que fiz em Florianópolis, por estarem ao meu lado em todos os momentos, em especial pelos dias de distração.

Por fim, ao curso de pós-graduação da Engenharia Mecânica, aos professores e a CAPES, por me proporcionarem esta capacitação.





*A menos que modifiquemos a nossa  
maneira de pensar, não seremos capazes  
de resolver os problemas causados pela  
forma como nos acostumamos a ver o  
mundo.*

*(Albert Einstein)*



## RESUMO

Os aeroportos são considerados modificadores urbanos do meio ambiente e da operação das aeronaves se verificam os principais impactos ambientais, tais como a emissão de gases dos motores e de ruídos aeronáuticos. O ruído aeronáutico, objeto do estudo, possui duas propriedades: uma acústica, medida com o uso de equipamentos, e uma não acústica ou subjetiva. Uma das propriedades subjetivas do ruído aeronáutico é o incômodo causado na população residente nas proximidades dos aeroportos. O objetivo deste trabalho foi elaborar e aplicar uma ferramenta de medida para quantificar o grau de incômodo associado às operações de pouso e decolagem de aeronaves comerciais do aeroporto internacional Hercílio Luz, em Florianópolis-SC. Para elaboração da escala grau de incômodo e calibração do instrumento de coleta de dados e análise dos itens (questões) foi utilizada a ferramenta de análise estatística Teoria de Resposta ao Item (TRI), empregada em análises subjetivas e psicométricas. O questionário final foi composto de 23 questões, distribuídas em seis facetas que abordam as características subjetivas percebidas do incômodo, como mudanças no comportamento cotidiano, nas atitudes sociais, no humor, no sono, na concentração e na sensibilidade. O questionário foi aplicado nos bairros Carianos, Ressacada e Campeche, para 300 pessoas, com o uso de duas modalidades de entrevistas: presencial e *on-line*. Dessa amostra, 56,4% da população foi classificada incomodada e 14,6% extremamente incomodada. A pesquisa permitiu identificar as facetas que mais interferem na percepção do grau do incômodo e, também, as localidades de maior sensibilidade e incômodo ao ruído aeronáutico, por meio da elaboração de curvas de contorno de ruído simuladas. O trabalho desenvolvido resultou na construção de uma escala de avaliação, fundamentada na TRI, subjetiva do grau de incômodo oriundo das operações aeronáuticas no entorno de um aeroporto.

**Palavras-chave:** Ruído aeronáutico; incômodo; parâmetros não acústicos; Teoria de Resposta ao Item.



## ABSTRACT

The aircraft noise constitutes the dominating factor of alteration in the lives of the population that lives in the surroundings of airports. It is known that the aircraft noise may be evaluated through acoustic measurements with specific equipment, or through social evaluation using questionnaires. This project presents an evaluation of the annoyance as a subjective measure of the aircraft noise that a population is exposed to by the operations of a civil airport in Florianópolis, SC. For the elaboration and calibration of the instrument of data collection and analysis of the items (questions), the statistical analysis tool used was the Item Response Theory (IRT), commonly used in subjective and psychometric analyzes. The final questionnaire, after done the calibration, was composed of 23 questions, distributed in six characteristics known as facets that address the perceived subjective properties of the noise annoyance, such as changes in daily behavior, social attitudes, mood, sleep, concentration and sensitivity. The questionnaire was applied to the Carianos, Ressacada and Campeche districts, for 300 people, through face-to-face and on-line methods. Of this sample, 56.4% of the population was classified as troubled and 14.6% extremely annoyed. The research allowed identify the facets that most interfere in the perception of the degree of annoyance and also the locations of greater sensitivity and annoyance to aircraft noise, through the elaboration of simulated of noise contour. The work developed resulted in the construction of an evaluation scale, based on IRT, of the degree of annoyance caused by the aircraft operations of a airport, in a nearby community.

**Keywords:** Noise annoyance; aircraft noise; non-acoustics properties; Item Response Theory.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 2.1</b> – Escala de resposta utilizada por Elmehti (2012) na elaboração do questionário, baseando-se na Norma ISO/TS 15666-2003. ....	34
<b>Figura 2.2</b> – Incômodo causado pelo ruído no contexto comunitário. ....	37
<b>Figura 2.3</b> – Porcentagem de pouco incomodados (%LA – gráficos de cima), incomodados (%A – gráficos do meio) e extremamente incomodados (%HA – gráficos de baixo). ....	41
<b>Figura 2.4</b> - Efeitos gerados pela fonte ruidosa.....	49
<b>Figura 2.5</b> - Facetas selecionadas inicialmente para elaboração do questionário .....	50
<b>Figura 2.6</b> – Facetas que, juntas, traduzem o incômodo causado pelo ruído aeronáutico.....	51
<b>Figura 2.7</b> - Sensibilidade ao ruído segundo McKennell. ....	53
<b>Figura 2.8</b> – Modelos acumulativos mais utilizados na Teoria de Resposta ao Item.....	65
<b>Figura 2.9</b> - Tipos de modelos politômicos.....	67
<b>Figura 2.10</b> – Primeira pergunta do questionário utilizado por Menegon (2013) para servir de instrumento de análise do desconforto em poltronas de aeronaves. ....	68
<b>Figura 2.11</b> - Exemplos de Curva Característica do Item – CCI - para quatro itens de um teste, para uma determinada habilidade medida. ....	69
<b>Figura 3.1</b> – Mapa das curvas de ruído pela métrica $L_{dn}$ com imagem de satélite.....	72
<b>Figura 3.2</b> – Mapa das regiões circunvizinhas ao aeroporto Hercílio Luz, onde o questionário foi aplicado e curvas de ruído na métrica $L_{dn}$ . ....	73
<b>Figura 3.3</b> – Mapa de localização dos bairros afetados pelo ruído aeronáutico e aeroporto Hercílio Luz, com as curvas de ruído. ....	74
<b>Figura 3.4</b> - Modelo explicativo de obtenção do banco de dados por CEP dos testes <i>on-line</i> . ....	79
<b>Figura 4.1</b> - Intersecção das curvas de ruído com a base censitária do censo IBGE 2010. ....	85
<b>Figura 4.2</b> – Percentual da população exposta ao ruído por bairro. ....	88
<b>Figura 4.3</b> – Curva Característica do Item 1. ....	94
<b>Figura 4.4</b> – Curva Característica do Item 1 após a recategorização das categorias de respostas.....	94
<b>Figura 4.5</b> – <i>Scree Plot</i> do questionário final.....	97
<b>Figura 4.6</b> - Curva de Informação do Instrumento (linha azul) e Erro Padrão de medida (linha vermelha). ....	99
<b>Figura 4.7</b> – Dendograma de aglomeração dos níveis para construção da escala. Em vermelho, a linha de corte para obter três grupos. ....	103
<b>Figura 4.8</b> – Frequência por escore dos respondentes.....	109
<b>Figura 4.9</b> – Gráfico do número de respondentes para cada nível da escala do nível de grau de incômodo. ....	110





## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 2.1</b> - Nível de pressão sonora <i>versus</i> exposição diária permissível. ....	31
<b>Tabela 2.2</b> - Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A). ....	32
<b>Tabela 2.3</b> – Compilação dos estudos nacionais e internacionais apresentados referente ao ruído aeronáutico. ....	45
<b>Tabela 2.4</b> - Etapas para construção de um conjunto de itens. ....	60
<b>Tabela 2.5</b> - Comparação entre a TCT e a TRI. ....	63
<b>Tabela 3.1</b> - Etapas da metodologia para obtenção do grau de incômodo. ....	71
<b>Tabela 3.2</b> – Descrição das facetas e respectivas perguntas que compõem o questionário a ser aplicado. ....	77
<b>Tabela 4.1</b> – Nomes dos setores censitários, de acordo com censo IBGE 2010 para cada curva de ruído. ....	86
<b>Tabela 4.2</b> - População exposta ao ruído aeronáutico para cada curva de ruído. ....	87
<b>Tabela 4.3</b> – Comparativo da população total estimada por bairro de acordo com o Censo IBGE 2010 e população total obtida por bairro, pelo método utilizado. ....	87
<b>Tabela 4.4</b> – Correção da superestimação da população exposta ao ruído para cada curva de contorno de ruído. ....	88
<b>Tabela 4.5</b> – Caracterização dos respondentes referente ao sexo, por meio de obtenção de dados, total amostral e percentual correspondente. ....	89
<b>Tabela 4.6</b> – Caracterização dos respondentes quanto à idade. ....	89
<b>Tabela 4.7</b> – Caracterização segundo o isolamento acústico residencial. ....	90
<b>Tabela 4.8</b> – Caracterização referente à faceta “Efeitos adversos à saúde”. ....	90
<b>Tabela 4.9</b> – Itens do instrumento com problemas de convergência. ....	92
<b>Tabela 4.10</b> – Descrição dos itens retirados. ....	92
<b>Tabela 4.11</b> – Faceta e suas respectivas perguntas. ....	93
<b>Tabela 4.12</b> – Recategorização das respostas para os itens 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 21. ....	95
<b>Tabela 4.13</b> – Parâmetros dos itens e respectivos erros padrões (EP). ....	96
<b>Tabela 4.14</b> – Leitura do parâmetro (b) para a identificação dos níveis âncora. ....	100
<b>Tabela 4.15</b> – Itens não considerados âncoras, de acordo com o primeiro critério estabelecido. ....	101
<b>Tabela 4.16</b> – Itens e categorias que formaram os níveis âncoras. ....	101
<b>Tabela 4.17</b> – Escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico. ....	104
<b>Tabela 4.18</b> – Escala com os níveis de Grau de Incômodo, classificação, e descrição do perfil do respondente. ....	105
<b>Tabela 4.19</b> – Caracterização da presença das facetas em cada ponto da escala de Grau de Incômodo elaborada. ....	108
<b>Tabela 4.20</b> – Número de respondentes para cada nível da escala elaborada. ....	110
<b>Tabela 4.21</b> – Média de escore para os bairros Carianos e Ressacada e Campeche. ....	111

**Tabela 6.1** – Identificação dos itens e níveis âncoras, de acordo com os critérios estabelecidos..... 143

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
APA	Agência Portuguesa do Ambiente
CCI	Curva Característica do Item
CEP	Código de Endereçamento Postal
CFP	Conselho Federal de Psicologia
CGNA	Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea
CRC	Curva de Resposta à Categoria
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICAO	Organização de Aviação Civil Internacional
INM	<i>Integrated Noise Model</i>
ITC	Comissão Internacional de Testes
NCA	Nível de critério de avaliação
OMS	Organização Mundial da Saúde
O.R.	Razão de chances ( <i>odds ratio</i> )
PNAC	Política Nacional de Aviação Civil
PBZR	Plano Básico de Zoneamento de Ruído
PEZR	Plano Específico de Zoneamento de Ruído
PZR	Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos
RBAC	Regulamentos Brasileiros da Aviação Civil
SIG	Sistema de Informação Geográfica
TCT	Teoria Clássica de Testes
TRI	Teoria de Resposta ao Item
U.S. EPA	<i>U.S. Environmental Protection Agency</i>



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>23</b>
<b>1.1</b>	<b>Apresentação do problema</b> .....	<b>23</b>
<b>1.2</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>26</b>
1.2.1	Objetivo Geral .....	26
1.2.2	Objetivos Específicos .....	27
<b>1.3</b>	<b>Estrutura do trabalho</b> .....	<b>27</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>29</b>
<b>2.1</b>	<b>Ruído Ambiental</b> .....	<b>29</b>
<b>2.2</b>	<b>Ruído Aeronáutico</b> .....	<b>29</b>
<b>2.3</b>	<b>Legislação referente ao Ruído Aeronáutico</b> .....	<b>30</b>
2.3.1	NBR 11.415/1990 .....	30
2.3.2	Resolução CONAMA nº01/1990 .....	31
2.3.3	NBR 10.151/2000 .....	31
2.3.4	Política Nacional de Aviação Civil - PNAC .....	32
2.3.5	RBAC nº161 de 2013 .....	33
2.3.6	Norma ISO/TS 15666-2003 .....	33
2.3.7	Diretiva Europeia 2002/49/CE .....	35
<b>2.4</b>	<b>Incômodo associado ao Ruído Aeronáutico</b> .....	<b>36</b>
2.4.1	Exposição comunitária ao ruído aeronáutico: estudos nacionais e internacionais .....	38
2.4.2	Compilação dos estudos internacionais e nacionais .....	44
2.4.3	Indicadores para a composição do traço latente utilizados para elaboração do questionário .....	48
<b>2.5</b>	<b>Teoria Psicométrica</b> .....	<b>57</b>
2.5.1	Traço Latente .....	59
2.5.2	Magnitude .....	59
2.5.3	Validação .....	60
2.5.4	Fidedignidade .....	60
<b>2.6</b>	<b>Teoria de Resposta ao Item</b> .....	<b>61</b>
2.6.1	Apanhado Histórico .....	61
2.6.2	Conceito e definições .....	62
2.6.3	Comparativo entre a Teoria de Resposta ao Item e a Teoria Clássica de Testes .....	62
2.6.4	Modelos da TRI .....	64
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>70</b>
<b>3.1</b>	<b>Metodologia para obtenção da área afetada pelo ruído aeronáutico a partir de mapas acústicos e delimitação da região objeto da coleta de dados</b> .....	<b>71</b>

<b>3.2</b>	<b>Metodologia para a determinação da população afetada</b>	<b>74</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodologia para elaboração do questionário .....</b>	<b>76</b>
<b>3.4</b>	<b>Pré-teste .....</b>	<b>79</b>
<b>3.5</b>	<b>Etapa Empírica .....</b>	<b>80</b>
3.5.1	Planejamento e aplicação da coleta de dados .....	80
<b>3.6</b>	<b>Etapa Analítica.....</b>	<b>81</b>
3.6.1	Caracterização da amostra populacional .....	81
3.6.2	Validação e Fidedignidade .....	81
3.6.3	Dimensionalidade.....	82
3.6.4	Análise dos itens e construção da escala.....	82
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DOS RESULTADOS.....</b>	<b>84</b>
<b>4.1</b>	<b>Caracterização do Aeroporto.....</b>	<b>84</b>
<b>4.2</b>	<b>População exposta ao ruído aeronáutico.....</b>	<b>84</b>
<b>4.3</b>	<b>Caracterização da amostra populacional respondente..</b>	<b>89</b>
<b>4.4</b>	<b>Análise do instrumento de coleta de dados .....</b>	<b>91</b>
4.4.1	Análise dos itens .....	91
4.4.2	Seleção dos itens e agrupamento das categorias de resposta	91
4.4.3	Validação do instrumento .....	97
4.4.4	Análise da Dimensionalidade.....	97
4.4.5	Curva de Informação do Instrumento .....	98
4.4.6	Construção de uma escala de grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico.....	100
4.4.7	Disposição dos respondentes na escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico .....	109
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>112</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusões .....</b>	<b>112</b>
<b>5.2</b>	<b>Sugestões para trabalhos futuros.....</b>	<b>113</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>114</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>		<b>124</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>		<b>129</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>		<b>138</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>		<b>143</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do problema

Aeroportos são considerados modificadores urbanos do meio ambiente desde a sua construção até sua operação. Como principais impactos decorrentes diretamente da operação das aeronaves destacam-se a emissão de gases dos motores e ruídos aeronáuticos. O ruído aeronáutico constitui o fator dominante de alteração da vida da população que reside e/ou exerce algum tipo de atividade nas proximidades dos aeroportos (NUNES, 2005).

Os impactos causados pelo tráfego aeronáutico são uma preocupação recente e um problema que afeta a população entorno de aeroportos. Por isso, deve-se ter um olhar cuidadoso das autoridades de todos os países (WHO, 1999).

Para melhor compreensão do que venham a ser esses impactos, faz-se necessário trazer definições de ruído, poluição sonora e incômodo. Por ruído, entende-se uma variação de energia acústica perceptível ao sistema auditivo que afeta negativamente o bem estar físico ou psicológico dos indivíduos. É tido, assim, como o som indesejável (KRYTER, 1985). Já, poluição sonora é a exposição diária, ou exposição constante, ao ruído que a sociedade sofre, geralmente oriunda de fontes que causam ameaça direta à saúde pública (KRYTER, 1985; KRUITWAGEN et al., 2006; CARVALHO et al, 2013). Incômodo, por sua vez, é o efeito mais significativo associado ao ruído na população (MESTRE, 2008). Assim, pode-se verificar uma relação de causa e efeito, onde o ruído causa a poluição sonora que afeta a percepção da população frente a exposição ao ruído, que é incômodo.

Especialistas em saúde pública afirmam que a poluição ambiental corresponde a 24% das causas de doenças. A exposição ao ruído ambiental causado pelas rodovias, ferrovias, aeroportos e indústrias são constituintes dessa poluição. Um a cada três indivíduos se sente incomodado durante o período diurno e um a cada cinco tem problemas para dormir a noite por causa do ruído de tráfego em geral. Evidências epidemiológicas indicam que aqueles que são cronicamente expostos a altos níveis de ruído ambiental têm aumentado o risco de doenças cardiovasculares, tais como infarto no miocárdio. Desta forma, a poluição sonora é considerada não só um problema ambiental como também uma ameaça à saúde pública (WHO, 2010).

Ainda, com relação aos efeitos nocivos do ruído nas pessoas, um estudo de grande proporção chamado HYENA (HYPertension and EXposure to Noise near Airports), realizado simultaneamente em seis países europeus, investigou a associação entre ruído aeroportuário, ruído rodoviário e a hipertensão nos indivíduos. Os resultados indicaram um grande risco de desequilíbrio cardiovascular em sujeitos expostos a altos níveis de ruído, sendo que pessoas expostas a um nível de pressão sonora maior ou igual a 70 decibels (dB) por longos períodos estão sujeitos a efeitos crônicos de estresse causados pelo ruído (JARUP et al., 2005).

Considerando apenas o ruído aeronáutico, o HYENA concluiu que há uma significativa correlação entre exposição ao nível de pressão sonora noturno e a hipertensão em pessoas que residem há cinco anos ou mais próximas aos aeroportos. Desta forma, vê-se a importância em mensurar o ruído gerado pelo tráfego aéreo e rodoviário (JARUP et al., 2005).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2010), a poluição sonora é a segunda maior causa de poluição do planeta, e constitui um dos problemas vivenciados pelo desenvolvimento humano, principalmente nas regiões urbanas, que afeta uma maior quantidade de pessoas. Em um estudo realizado pelo Departamento de Aviação de Dallas, nos Estados Unidos da América, concluiu-se que o ruído das aeronaves era o principal causador de incômodo na população. As porcentagens de pessoas que responderam “moderado”, “muito” e “extremamente incomodado” foram muito superiores para o ruído do aeroporto do que os resultados encontrados para o ruído de rodovias (KRYTER, 1985, p. 526 a 528).

No Brasil, Carvalho Jr et al. (2014) realizaram um estudo para examinar os efeitos do ruído aeronáutico no valor de imóveis em uma área no entorno do Aeroporto Internacional de Brasília (SBBR). O resultado obtido indica uma redução de 1,3% por dB, ou seja, queda do valor imobiliário em 1,3% quando o ambiente apresenta um aumento de 1 (um) dB advindo do ruído aeronáutico. Esse resultado é expressivo e alerta para outros efeitos negativos que o ruído aeronáutico pode causar.

Dessa forma, no setor aeroportuário, a poluição sonora pode ser considerada o principal fator de contaminação ambiental, em decorrência dos intensos e frequentes ruídos emitidos pelo transporte de passageiros e cargas (KRUITWAGEN et al., 2006).

Visando reduzir o impacto causado pela poluição sonora, a Organização de Aviação Civil Internacional (ICAO), em 2002, recomendou aos Estados signatários a adoção de uma política de gestão



do ruído denominada Abordagem Equilibrada, descrita no ICAO Doc. 9829. Esse documento apresenta um guia de redução de ruído das aeronaves buscando proteger a comunidade com medidas economicamente viáveis e ambientalmente responsáveis (ICAO, 2002).

A Abordagem Equilibrada consiste em quatro iniciativas que devem ser seguidas. A primeira é com enfoque em reduzir o ruído na fonte, ou seja, buscar novas tecnologias que diminuam o ruído emitido pelas aeronaves. A segunda iniciativa consiste no planejamento e gestão adequada do uso e ocupação do solo com o intuito de evitar o estabelecimento do uso do solo de maneira não compatível com as atividades realizadas pela comunidade local. A terceira sugere a elaboração e/ou otimização dos procedimentos operacionais de vôo (pouso e decolagem) das aeronaves já que, em determinados casos, este enfoque funciona como medida rápida e eficaz para mitigar o impacto acústico sobre uma comunidade específica de pessoas. A quarta iniciativa é utilizada quando as três anteriores não puderam ser atendidas, como por exemplo, se há uma densidade populacional alta de residentes próximos ao aeroporto, e consiste na implantação de restrições operacionais, atribuindo horários de funcionamento ao aeroporto (ICAO, 2002).

No Brasil, em atendimento ao primeiro item da Abordagem Equilibrada, a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) publicou o Regulamento Brasileiro da Aviação Civil (RBAC 36), em 2009, que estabelece os limites máximos aceitáveis de ruído para projeto de tipo de aeronaves civis (ANAC, 2009). Com relação ao segundo enfoque da Abordagem Equilibrada, que diz respeito ao planejamento e a gestão adequada do uso e ocupação do solo, a ANAC publicou o RBAC 161 (ANAC, 2013) que regulamenta os Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos (PZR).

Um exemplo no que se respeita a quarta iniciativa da Abordagem Equilibrada pode ser visto no caso do Aeroporto Internacional de Congonhas (SBSP), São Paulo – SP, onde as comunidades vizinhas se opuseram ao funcionamento noturno do aeroporto o que ocasionou o estabelecimento de restrições operacionais para esse período, visto o incômodo gerado. Considera-se esta medida o último recurso na redução do ruído aeronáutico por suas implicações financeiras no que tange seu potencial de restrição de operação (CARVALHO et al, 2013).

Também em 2002, a União Européia publicou a Diretiva 2002/49/CE que estabelece que para uma população igual ou maior que 100 mil habitantes que estão próximos aos ruídos ambientais elevados, como o caso de aeronaves, devem ser elaborados mapas estratégicos de

ruído. A métrica utilizada para elaboração dos mapas estratégicos de ruído é a  $L_{den}$ , nível acumulativo de exposição dia-tarde-noite (EC, 2002). Porém, estudos recentes afirmam que esta relação entre índices acústicos (métricas acústicas) não é adequada para mensurar incômodo, por ser uma propriedade sócio acústica (GILLE, MARQUIS-FAVRE, MOREL, 2016).

Essa relação entre o ruído e o incômodo em não ser medido de forma adequada apenas por métricas acústicas foi evidenciado por Job, em 1988, em que afirmou que o incômodo devido ao ruído ambiental era representado por propriedades físicas, chamadas de acústicas, que podem ser medidas quantitativamente, e, também, por propriedades não acústicas (e. g. sensibilidade ao ruído).

Na Europa, quando aplicada a Abordagem Equilibrada, verificou-se que nos aeroportos nos quais a opinião pública foi considerada em sua totalidade para as tomadas de decisão com respeito ao incômodo causado pelo ruído, foi possível mensurar o incômodo real que a população sofria. Ante esse fato, foi proposto adicionar um quinto pilar à Abordagem Equilibrada, que é a contribuição da comunidade na avaliação e, conseqüentemente, na escolha da melhor decisão (OOSTEN, 2014).

Assim, o presente trabalho se propõe a quantificar o incômodo causado pelo ruído aeronáutico, percebido pela população que reside em locais próximos a um aeroporto. Tal mensuração permitirá a construção de uma escala de avaliação, fundamentada na Teoria de Resposta ao Item – TRI, conjunto de modelos matemáticos e estatísticos que constitui uma eficiente ferramenta nos processos de avaliação quantitativa relacionada a variáveis subjetivas.

## **1.2 Objetivos**

### **1.2.1 Objetivo Geral**

Desenvolver uma escala de medida do grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico nas comunidades vizinhas a aeroportos utilizando como ferramenta estatística de análise de dados a Teoria de Resposta ao Item (TRI): estudo de caso Aeroporto Hercílio Luz, Florianópolis, SC.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Obter a área afetada pelo ruído aeronáutico para o caso do Aeroporto Internacional Hercílio Luz, em Florianópolis, SC;
- Estimar a população exposta ao ruído aeronáutico a partir de dados simulados;
- Desenvolver um conjunto de itens para medir o grau de incômodo causado pelo ruído aeronáutico;
- Verificar a dimensionalidade do instrumento de coleta de dados para o grau de incômodo;
- Validar o instrumento de coleta de dados que atenda aos critérios da TRI;
- Determinar o grau de incômodo do ruído aeronáutico da população e sua relação com os fatores de influência (respostas dos itens) apontados pela TRI;
- Construir a escala de medida do grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico pela TRI.

### 1.3 Estrutura do trabalho

A estrutura da dissertação é composta de 6 (seis) capítulos. O primeiro capítulo é introdutório e os demais estão descritos conforme a seguir.

O capítulo 2, intitulado de Revisão Bibliográfica, apresenta uma vasta pesquisa da literatura sobre os principais temas que fundamentam o presente estudo, com destaque para os conceitos doutrinários referentes ao ruído ambiental e ao ruído aeronáutico, com suporte na legislação vigente. Neste capítulo, também são abordadas as propriedades do incômodo, assim como os conhecimentos da teoria psicométrica e da TRI, que embasam a metodologia do trabalho.

O capítulo 3 trata dos métodos utilizados para definição do escopo da pesquisa, da área e população afetadas, elaboração e composição do instrumento de coleta de dados, realização de pré-teste, planejamento e aplicação do questionário, caracterização da amostra populacional, validação e fidedignidade do conjunto de itens, verificação da dimensionalidade, análise dos itens e construção da escala de medida do grau de incômodo.

O capítulo 4 apresenta a discussão dos resultados obtidos a partir da pesquisa realizada. Da caracterização do aeroporto Hercílio Luz e da amostra populacional, à análise propriamente dita do instrumento de

coleta de dados (validação, análise dos itens, seleção dos itens e agrupamento das categorias de respostas, dimensionalidade) objetiva-se expor a curva de informação do instrumento, a construção de uma escala de medida do grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico, e, por fim, a disposição dos respondentes nessa escala.

O capítulo 5 exhibe as principais conclusões oriundas desta pesquisa e apresenta as recomendações propostas para futuros estudos.

Têm-se, ainda, como elementos pós-textuais as referências bibliográficas e os apêndices.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Nesta seção será apresentado o referencial teórico que embasa esta dissertação. Inicialmente, será abordado o tema do incômodo associado ao ruído aeronáutico, para em um segundo momento, focar na avaliação psicométrica, para posterior enfoque na Teoria de Resposta ao Item. Neste contexto serão apresentadas, resumidamente, as normas legais que regulam a avaliação do ruído aeronáutico e do incômodo associado a este tipo ruído. Além dos artigos, dissertações e teses consultados, o estudo também se baseou em livros publicados e normas vigentes, estes sem restrição de ano de publicação.

Importante ressaltar que, até o presente momento, durante a realização da revisão bibliográfica desse, não foram encontrados trabalhos acadêmicos publicados que quantificassem o incômodo sonoro por meio da Teoria de Resposta ao Item (TRI). Assim, o presente estudo se apresenta inédito. Embora o ineditismo não seja requisito obrigatório na definição de tema de dissertação de mestrado, esse diferencial reafirma a relevância dessa pesquisa para o meio acadêmico e sua significativa contribuição a sociedade brasileira.

### **2.1 Ruído Ambiental**

Como fundamentado anteriormente, de acordo com a OMS (WHO, 1999) o ruído é o som indesejado emitido por uma ou mais fontes. O ruído ambiental, então, é o som indesejável criado por atividades humanas por meio do tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, e atividades industriais (EC, 2002).

Nesta linha, Stallen (1999) afirma que o ruído é um fenômeno psicológico ao som audível, que faz com que o ouvinte se sinta desconfortável.

### **2.2 Ruído Aeronáutico**

De acordo com o RBAC 161 e a OMS, entende-se por ruído aeronáutico todo o ruído oriundo das operações de circulação (táxi), aproximação, pouso, decolagem, subida e teste de motores de aeronaves. Para todos os efeitos, não são considerados os ruídos provenientes dos equipamentos utilizados nas operações de serviços auxiliares ao transporte aéreo.

## 2.3 Legislação referente ao Ruído Aeronáutico

Nesse tópico são abordadas as principais leis, decretos, normas e portarias brasileiras que foram selecionadas em função da relevância e pertinência com o objeto de estudo. Também, é descrita a Diretiva Europeia (2002) referente ao ruído ambiental.

### 2.3.1 NBR 11.415/1990

Esta norma, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), define termos e grandezas e métricas utilizadas em ruído aeronáutico.

Das terminologias definidas pela Norma, julga-se importante destacar para a pesquisa:

- dB(A): unidade do nível de pressão sonora medido utilizando-se um filtro A.
- Filtro A: possui a resposta mais próxima da audição humana.

Dentre todas as métricas definidas nesta Norma, julgou-se necessário definir o cálculo da métrica  $L_{dn}$ , que é abordada em outras normas, como no caso do regulamento RBAC 161 de 2013, e que será a métrica utilizada para obtenção das curvas de contorno de ruído para o presente estudo. A métrica  $L_{dn}$  pode ser obtida pela Equação 2.1:

$$L_{dn} = 10 \times \log \left[ \frac{1}{24} \left( 15 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 9 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right) \right] \quad (2.1)$$

Onde o número 24 corresponde às horas medidas, 15 ao período diurno e 9 ao noturno, sendo que o período noturno deve começar depois das 22h e não deve terminar antes das 7h do dia seguinte. Já  $L_d$  corresponde ao  $L_{eq}$  para o período diurno e  $L_n$  ao  $L_{eq}$  para o noturno.

Também, a Norma define o nível de ruído e a máxima exposição sonora permissível para um ser humano, destacados na Tabela 2.1 a seguir. O menor nível de ruído classificado na Norma é o de 85 dB(A) e o maior, 115 dB(A).

**Tabela 2.1** - Nível de pressão sonora *versus* exposição diária permissível.

<b>Nível de ruído dB(A)</b>	<b>Máxima exposição sonora permissível</b>
85	8 horas
90	4 horas
115	7 minutos

Fonte: adaptado da NBR 11.415/1990.

### 2.3.2 Resolução CONAMA nº01/1990

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) considerou que os níveis excessivos de ruído estão incluídos como poluidor do meio ambiente e causam deterioração da qualidade de vida, sejam eles oriundos de fontes industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Esta Resolução propõe, então, limites máximos permitidos para emissão de ruídos visando o conforto da comunidade.

Para efeitos da Resolução deve-se seguir a Norma NBR 10.151, da ABNT, que será abordada em seguida.

### 2.3.3 NBR 10.151/2000

Esta norma, da ABNT, especifica procedimento de mediação/avaliação do ruído em níveis aceitáveis de conforto para a comunidade, independente da existência de reclamações. Apesar dela se encontrar em revisão, até o presente momento, ela é a Norma vigente. O método de avaliação descrito na Norma envolve as medições do nível de pressão sonora equivalente ( $L_{Aeq}$ ), em decibels ponderados em “A”, chamado de dB(A). O  $L_{Aeq}$  é descrito conforme a Equação 2.2:

$$L_{Aeq} = 10 \times \log \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}} \quad (2.2)$$

Sendo,

$L_i$  o nível de pressão sonora, em dB(A), lido em resposta rápida a cada 5s, durante o tempo de medição do ruído;

n o número total de leituras.

Para a norma, o método de avaliação do ruído se baseia em uma comparação do nível de pressão sonora e o nível de critério de avaliação (NCA) para ambientes externos, determinado conforme abaixo descrito e apresentado na Tabela 2.2:

- O período noturno não deve começar depois das 22h e não deve terminar antes das 7h do dia seguinte, sendo que se este for domingo ou feriado, o término não poderá ser antes das 9h.
- O NCA para ambientes internos é o nível indicado na tabela com a correção de -10 dB(A), no caso de janela aberta, e -15 dB(A), para janela fechada.

**Tabela 2.2** - Nível de Critério de Avaliação (NCA) para ambientes externos, em dB(A).

<b>Tipos de áreas</b>	<b>Diurno</b>	<b>Noturno</b>
Áreas de sítios e fazendas	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista, predominantemente residencial	55	50
Área mista, com vocação comercial e administrativa	60	55
Área mista, com vocação recreacional	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Fonte: NBR 10.151 (ABNT, 2000).

#### 2.3.4 Política Nacional de Aviação Civil - PNAC

A Política Nacional de Aviação Civil – PNAC, aprovada pelo Decreto nº 6780/2009 (BRASIL, 2009), representa um marco legal para o desenvolvimento da aviação civil brasileira ao estipular diretrizes e estratégias em observância à legislação nacional e internacional. A PNAC busca, em especial, assegurar o atendimento aos princípios da segurança, eficiência, proteção ao meio ambiente, proteção do consumidor, sustentabilidade, nas ações estratégicas nesse setor de aviação.

No que tange à proteção ao meio ambiente, principalmente no que diz respeito ao ruído, objeto de estudo da pesquisa, e à emissão de gases dos motores das aeronaves cabe destacar as seguintes ações estratégicas gerais disciplinadas na PNAC:

- Estimular a redução dos níveis de ruídos de motores das aeronaves.
- Minimizar o impacto das emissões de gases de motores das aeronaves na qualidade do ar.
- Promover o envolvimento das entidades relacionadas à aviação civil na proteção do meio ambiente.



- Estimular o desenvolvimento e o uso de tecnologias que reduzam os impactos da atividade aeronáutica no meio ambiente.

Ressalta-se que a PNAC está contextualizada nas disciplinas das políticas nacionais brasileiras e, portanto, é importante que seja observada pelos governos federal, estadual e municipal, bem como demais responsáveis pelo desenvolvimento da aviação civil.

### 2.3.5 RBAC nº161 de 2013

O Regulamento Brasileiro de Aviação Civil nº 161 (RBAC), criado pela Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) estipula os Planos de Zoneamento de Ruído de Aeródromos (PZR) e estabelece, para os operadores de aeródromos, os requisitos de elaboração e aplicação do PZR incluindo critérios técnicos para garantir a compatibilidade do uso do solo (vide subparte E do RBAC nº161). Também, define critérios técnicos aplicáveis na análise de questões relacionadas ao ruído aeronáutico na aviação civil.

De acordo com o referido Regulamento, todo aeródromo civil ou compartilhado, obrigatoriamente, deve ter um PZR cadastrado pela ANAC.

O PZR é composto por curvas de contorno de ruído e pelas compatibilizações e incompatibilizações ao uso do solo estabelecidas para as áreas delimitadas. As curvas são linhas traçadas no mapa que apresentam o nível de exposição ao ruído médio dia-noite.

O Plano de Zoneamento de Ruído pode ser subdividido em Plano Básico de Zoneamento de Ruído (PBZR), composto apenas das curvas de ruído de 75 e 65, para a média de movimentações anuais  $\leq 7$  mil, e o Plano Específico de Zoneamento de Ruído (PEZR), composto pelas curvas de 85, 80, 75, 70 e 65, para a média de movimentações anuais  $> 7$  mil.

As curvas de ruído são definidas como linhas traçadas em um mapa, cada uma representando níveis de exposição ao ruído médio dia-noite,  $L_{dn}$  (para visualizar a fórmula da métrica  $L_{dn}$ , vide seção 2.3.1).

### 2.3.6 Norma ISO/TS 15666-2003

A referida norma especifica métodos para elaboração de questionários sócio-acústicos compostos por perguntas relacionadas aos efeitos do ruído na comunidade. Seu escopo possui questões a serem

respondidas, escalas de resposta e aspectos principais. Porém, a norma não determina métodos de análise dos resultados obtidos.

De acordo com essa norma, o questionário sócio-acústico é definido como um questionário que atribui valores que podem ser medidos ou calculados ao incômodo causado pelo ruído na população, em ambientes fechados.

Um exemplo de pergunta utilizando uma escala numérica, que varia de 0 a 10, contida no questionário é: “Pensando nos últimos 12 meses, qual o número de 0 a 10 melhor representa o quanto você está incomodado, perturbado ou irritado pela fonte de ruído?”. Essa pergunta foi utilizada na elaboração do questionário aplicado em Dubai, por Elmehdi (2012), que elaborou uma escala de resposta conforma a Figura 2.1 abaixo.

0 ← ..... → 10				
Não incomodado	Pouco incomodado	Incomodo moderado	Muito incomodado	Extremamente incomodado

**Figura 2.1** – Escala de resposta utilizada por Elmehdi (2012) na elaboração do questionário, baseando-se na Norma ISO/TS 15666-2003.

Fonte: Adaptado pela autora.

A Norma ISO/TS 15666-2003 afirma ser necessária a utilização das duas escalas de respostas no questionário, tanto a escala verbal (“não incomodado” à “extremamente incomodado”) quanto a escala de resposta numérica (0 a 10), conforme utilizado no questionário de Elmehdi (2012).

Em 2009 um estudo foi realizado utilizando a Norma ISO/TS 15666-2003 para avaliar a relação do ruído ambiental com o incômodo na população. Foram levados em consideração todos os tipos de ruído ambiental, como ruído de tráfego, industrial, comunitário e aeroportuário (RISTOVSKA et al, 2009). Com relação a estudo no âmbito nacional, em 2015, Carvalho utilizou esta Norma para avaliação do incômodo devido ao ruído aeronáutico na população por dose-resposta. Isso reforça o fato de que a norma é bem abrangente no que tange à construção de questionários que possam servir para analisar o grau de incômodo na população.

Desta forma, para o presente estudo, considera-se imprescindível basear-se na Norma descrita acima, para elaboração dos questionários que serão aplicados ao público.

### 2.3.7 Diretiva Europeia 2002/49/CE

A Comunidade Europeia (CE), conforme consta no Livro Verde Sobre a Futura Política de Ruído, considera o ruído ambiental como um dos principais problemas ambientais da Europa (DE 2002/49/CE). Desta forma, essa Directiva proporciona a base para desenvolver o conjunto de medidas comunitárias em vigor do ruído emitido pelas principais fontes, como veículos, infraestruturas como rodovias e ferrovias, aeroportos e ruídos provenientes de atividades industriais. Também, propõe medidas adicionais de curto, médio e longo prazo.

Torna-se obrigatória a elaboração de mapas estratégicos de ruído e traz algumas definições e grandezas referentes ao ruído ambiental. As métricas acústicas adotadas para efeito dessa Diretiva são: o indicador de ruído dia-fim-de-tarde-noite ( $L_{den}$ ), utilizado para quantificar o incômodo sonoro, e o indicador de ruído noturno ( $L_n$ ), associado a perturbação de sono.

O  $L_{den}$  é determinado pela Equação 2.3:

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24} \left( 12x10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4x10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8x10^{\frac{L_{night}+10}{10}} \right) \quad (2.3)$$

Sendo,  $L_{day}$  é o nível sonoro médio, ponderado em A, para o período diurno,  $L_{evening}$  é o nível sonoro médio, ponderado em A para o período vespertino e o  $L_{night}$  é o correspondente ao período noturno, todos para um total de um ano.

O  $L_n$  integra as contribuições de ruído de eventos individuais para a exposição noturna geral e também está relacionado com a incidência dos efeitos instantâneos ( $SEL$ ) do ruído sobre o sono (Diretiva 2002/49/CE, 2002). Quando o ruído no período da noite é causado por  $N$  eventos separados (e.g. passagem de avião, de um trem ou de um veículo motorizado), e se esses  $N$  eventos possuem igual  $SEL$ , então tem-se a seguinte relação para o  $SEL$  e o  $L_n$  (Miedema et al., 2002), pela Equação 2.4:

$$L_n = SEL + 10 \times \log N - 70,2 \quad (2.4)$$

O  $SEL$  é obtido pela Equação 2.5:

$$SEL = 10 \times \log \left[ \frac{1}{T_{ref}} \int_0^t 10^{\frac{L_A(t)}{10}} dt \right] = 10 \times \log \left[ \int_0^t 10^{\frac{L_A(t)}{10}} dt \right] \quad (2.5)$$

Sendo,  $T_{ref}$  é igual a 1 segundo e  $L_A(t)$  é o nível de ruído na escala A, no instante  $t$ .

Em casos específicos, outros indicadores podem ser adotados, para maiores informações, *vide* Diretiva 2002/49/CE.

## 2.4 Incômodo associado ao Ruído Aeronáutico

Este tópico dedica-se a conceituar e classificar o incômodo e sua associação ao ruído ambiental e aeronáutico, haja vista se constituir na variável (traço latente, definição *vide* seção 2.5.1) de medida da pesquisa.

Registra-se que a OMS (WHO, 2010) define saúde como “um estado de bem-estar físico, mental e social, e não meramente a ausência de doença ou enfermidade”. Segundo Passchier-Vermeer e Passchier (2000) o incômodo ao ruído é definido como um sentimento de descontentamento, desconforto, insatisfação ou ofensa que interfere nas áreas psicológica e social do indivíduo. Ou seja, o incômodo atua como redutor da saúde dos indivíduos expostos a ele.

Stallen (1999) classifica incômodo atrelado ao ruído como um fenômeno psicológico, sendo este subjetivo. Para ele, exceto para níveis de pressão sonora elevados (acima de 70 dB(A)), é comum observar apenas o incômodo e o distúrbio do sono como efeitos adversos para a saúde. Para ruídos acima de 70 dB(A), observa-se, principalmente, problemas como hipertensão. Porém, ruídos ambientais geralmente estão abaixo desse nível de pressão sonora.

Fields (1993), em sua pesquisa, conclui que o incômodo não é afetado pelos diferentes ruídos ambientais, pela quantidade de pessoas em sua residência, ou por nenhuma das características demográficas (idade, sexo, educação, estado civil, dentre outros). O incômodo está associado à quantidade de isolamento acústico que o indivíduo consegue em casa, bem como às atitudes como: medo, acreditar em medidas de prevenção ao ruído, sensibilidade, e acreditar na importância da fonte sonora.

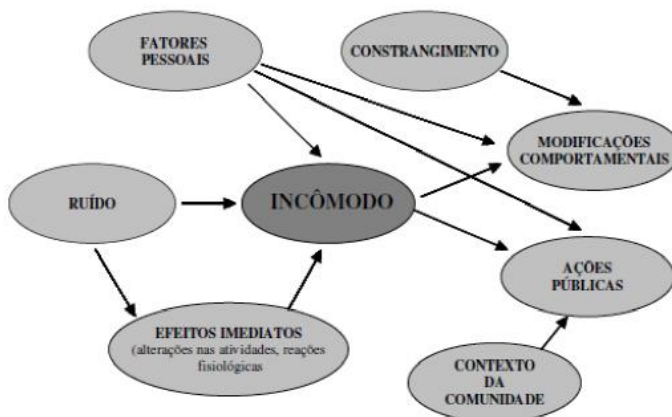
De acordo com a *U.S. Environmental Protection Agency* (U.S. EPA) a interferência do ruído nas atividades humanas pode ser direta, como na conversação, na concentração, no sono ou na perda de audição,

gerando incômodo, ou indiretamente na saúde e bem-estar do indivíduo (US. EPA, 1974).

Para entender incômodo é necessário compreender as atitudes e os processos sociais em que o indivíduo está inserido. É importante analisar o porquê determinado nível de pressão sonora ou interrupções de parte das atividades cotidianas faz com que o ouvinte se sinta incomodado, para então, poder classificar e mensurar o grau de incômodo (STALLEN, 1999).

Devido ao fato do incômodo ser uma característica subjetiva, estudos comparativos se deparam frente a uma problemática ao montar escalas de incômodo usando descritores verbais ou numéricos. Isso ocorre porque o incômodo pelo ruído é influenciado por diversos fatores que não são acústicos, como pessoal, comportamental e situacional do indivíduo, somados ao ruído por si só (PORTER et al, 1998; PASSCHIER-VERMEER e PASSCHIER, 2000).

A Figura 2.2 apresenta as interações entre o ruído e o incômodo, seus efeitos e o contexto em que as pessoas estão inseridas (BARBOSA, 2011). Muitos pesquisadores consideram que o incômodo interfere especificamente na concentração, na fala, na comunicação e no sono (PORTER et al, 1998). Os fatores pessoais, o contexto da comunidade e o constrangimento são considerados efeitos indiretos ao incômodo. Os efeitos diretos são aqueles que interferem diretamente no incômodo e modificam o indivíduo.



**Figura 2.2** – Incômodo causado pelo ruído no contexto comunitário.  
Fonte: Barbosa (2011).

Desta forma, níveis altos de incômodo causados pelo ruído ambiental devem ser considerados como um dos problemas de saúde ambiental. Para isso, utilizam-se questionários que visam avaliar a irritação induzida causada pelo nível de pressão sonora na população, contendo perguntas como quantas vezes o indivíduo toma remédios para dormir. A porcentagem da população altamente irritada é o indicador mais amplo utilizado como medidor de incômodo em uma comunidade (WHO, 1999).

A seguir, serão apresentados os principais estudos referentes ao incômodo aeronáutico no âmbito nacional e internacional, selecionados com vistas a melhor contextualizar a importância e a atualidade do estudo proposto, bem como demonstrar o ineditismo do trabalho e fundamentar a escolha da metodologia aplicada.

#### 2.4.1 Exposição comunitária ao ruído aeronáutico: estudos nacionais e internacionais

##### 2.4.1.1 Estudos nacionais

Dentre os estudos constantes na literatura nacional, foram descritos aqueles que se julgou mais relevantes e atuais para a fundamentação da pesquisa.

Em 2011, um estudo foi realizado visando quantificar o grau de incômodo gerado pelo ruído aeronáutico na população civil e militar que reside nas comunidades vizinhas à Base Aérea de Santa Maria – RS. Para isso, utilizou-se método qualitativo (questionário) e quantitativo. O questionário foi composto de escala de resposta graduada de cinco pontos, que vai desde “concordo totalmente” à “discordo totalmente”, com questões baseadas no estilo de vida da população, observado anteriormente. O questionário foi aplicado para 400 indivíduos. Cada resposta possuiu uma pontuação numérica de 1 a 5 que foi inserida no *software* de análise estatística SPSS, utilizando o modelo *Grounded Theory*, que relaciona os ruídos das aeronaves, o contexto do bairro e a satisfação com outros aspectos do ruído das aeronaves. Verificou-se que o ruído aeronáutico provoca efeitos negativos mais evidentes na população civil, porém, tanto o grupo civil quanto o grupo militar se mostraram incomodados com o ruído (BARBOSA, 2011).

Em relação aos efeitos causados nas escolas, em 2005, um estudo foi realizado visando quantificá-los, para o Aeroporto Internacional Salgado Filho, em Porto Alegre, RS. O estudo pautou-se em escolas que

se encontravam nas áreas estabelecidas no Plano Específico de Zoneamento de Ruído – PEZR. A avaliação do incômodo nas escolas foi fundamentada em aspectos quantitativos (medições acústicas) e qualitativos (questionário, entrevista e observação das atitudes de alunos e professores). Foram aplicados 557 questionários para alunos e professores de três escolas. Foi apontado um grande incômodo por parte dos alunos e professores que convivem em ambientes ruidosos, além de provocar problemas vocais e auditivos, em função da necessidade de se elevar o volume da voz. Outro aspecto levantado foi a alteração negativa no desempenho escolar (NUNES, 2005).

Em 2010, em São José dos Campos - SP, um estudo teve como objetivo analisar o impacto do ruído aeronáutico na população da área vizinha ao aeroporto local. A metodologia foi baseada nas curvas isofônicas modeladas no *software* INM (*Integrated Noise Model*) elaborado pela *Federal Aviation Administration*. Foram utilizadas informações de dados de tráfego e meteorológicos fornecidos pelo Comando da Aeronáutica. Para avaliação do incômodo foram aplicados questionários a 129 residentes, entre 21 e 60 anos. As curvas modeladas na métrica  $L_{dn}$  apontaram algumas divergências com o PEZR local, que foi sugerido uma atualização do Plano em questão. O estudo concluiu que 80% dos entrevistados se sentiram incomodados com o ruído (GIOVANELLI NETO, 2010).

Em Ribeirão Preto - SP, um estudo foi realizado devido a várias reclamações sobre o incômodo sonoro do aeroporto junto ao Ministério Público. Foi então realizada uma modelagem utilizando o programa INM para quantificar a população exposta ao ruído aeronáutico. Para proteger a população que se encontra principalmente dentro da curva de ruído de 65 dB(A), foi sugerido que as rotas de pouso e decolagem fossem alteradas, devido a velocidade do vento, com levantamento de dados em campo (DINATO, 2011).

Mais recentemente, em Brasília - DF, foi realizado um estudo em que se quantificou o incômodo gerado pelo ruído aeronáutico na população que reside no entorno do aeroporto. Foram aplicados 402 questionários distribuídos em meio *on-line* para a população. Foi analisado pelo método de curvas de dose-resposta por meio de Regressões Logísticas, comparando as respostas dos questionários com informações obtidas pelos mapas acústicos. Concluiu-se que o nível de incômodo na população foi alto. Também, foi possível concluir que o ruído aeronáutico interfere nas atividades cotidianas, como assistir TV, estudar ou falar ao telefone, tanto no período diurno quanto noturno (CARVALHO Jr, 2015).

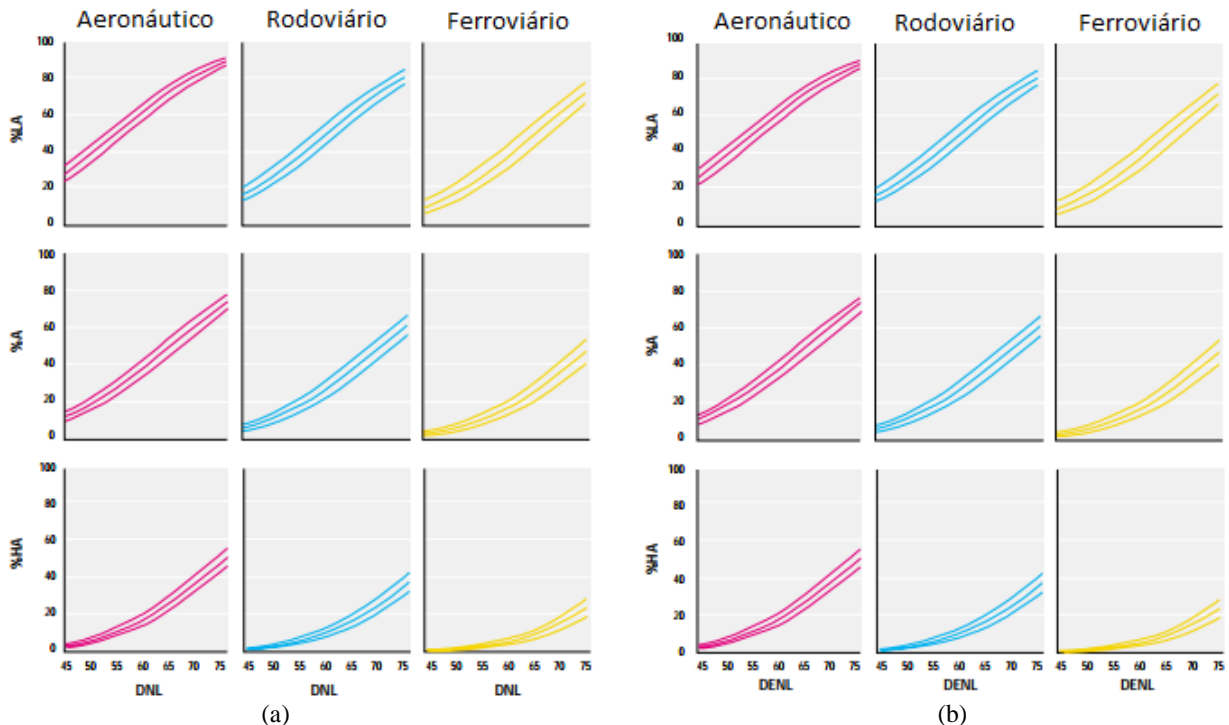
O estado da arte no Brasil, acima relatado, demonstra que não há estudo que avaliou o grau do incômodo gerado pelo ruído aeronáutico utilizando a metodologia da TRI. Posto isto, passa-se a abordar os principais estudos produzidos no exterior, relacionados ao tema.

#### 2.4.1.2 Estudos internacionais

Da mesma forma do relatado no tópico anterior, buscou-se, na literatura internacional, apresentar as pesquisas realizadas que melhor possam contribuir e corroborar com o resultado do estudo ora proposto.

Miedema e Oudshoorn (2001), em uma importante meta-análise quantitativa estudaram a associação de causa e efeito entre o incômodo e o ruído de fontes de transporte aeronáutico, rodoviário e ferroviário, apresentando as relações dose-resposta para cada uma das métricas acústicas  $L_{dn}$  (DNL) e  $L_{den}$  (DENL), Figura 2.3. Buscou-se pessoas que possuíam um certo tipo de incômodo, começando com %LA (*little annoyed*) para pouco incomodado, que correspondia a pessoas que apresentavam percentual de incômodo  $\geq 28$ , %A (*annoyed*) para incomodado, que correspondia a pessoas que apresentavam percentual de incômodo  $\geq 50$ , e %HA (*highly annoyed*) para extremamente incomodado, que correspondia a pessoas que apresentavam percentual de incômodo  $\geq 72$ . Concluiu-se que o ruído aeronáutico causa um incômodo maior para a população em relação aos demais ruídos abordados (rodoviário e ferroviário), conforme exposto na Figura 2.3, corroborando com o fato afirmado pela OMS. Esse estudo foi reafirmado em 2016, na norma ISO 1996-1 (2016), que propõe uma “escala de incômodo” do ruído: Aeroviário > Rodoviário/Industrial > Ferroviário.





**Figura 2.3** – Porcentagem de pouco incomodados (%LA – gráficos de cima), incomodados (%A – gráficos do meio) e extremamente incomodados (%HA – gráficos de baixo).  
 Fonte: Miedema, Oudshoorn (2001).

Em 2004, uma pesquisa comparou três estudos com relação à sensibilidade ao ruído da população vizinha de três aeroportos internacionais distintos, sendo eles localizados em Londres, Amsterdam e Sidney. O objetivo foi comparar os resultados obtidos independentemente do método utilizado para obter o grau de incômodo. As populações foram divididas entre pouco, médio e muito sensíveis ao ruído. Resultados corroboram que a sensibilidade é um preditor independente do incômodo e que a variação de incômodo para pessoas com alta ou baixa sensibilidade é pequena, quando comparado com pessoas com sensibilidade moderada, onde a variação é alta. Por fim, concluiu-se que, para os três estudos, a sensibilidade faz com que haja um aumento do grau de incômodo causado pelo ruído independentemente do nível de exposição sonora (KAMP et al, 2004).

Na Coreia, em 2008, foi realizado um estudo que relacionou o incômodo com o ruído aeronáutico de dois aeroportos civis. O ruído foi medido usando o sistema de monitoramento do próprio aeroporto. Para avaliar o incômodo, foram distribuídos questionários que continham a escala de resposta numérica de 11 pontos (0 a 10). Para relacionar as medidas com o incômodo foi utilizado WECPNL (*weighted equivalent continuous perceived noise level*) recomendado pela OACI para mensurar e avaliar o nível de pressão sonora em aeroportos. No caso, além dessa relação, o estudo buscou avaliar o nível de ruído residual. Foi adquirido um total de 753 respondentes. Concluiu-se que o ruído residual interfere no grau de incômodo da população, pois o grau era maior para população que morava em regiões cujo ruído residual era menor do que para aquela que morava em regiões com ruído residual maior. Desta forma, o ruído de fundo é um fator de aumento ou redução do incômodo associado ao ruído aeronáutico (LIM et al, 2008).

Também em 2008, um estudo na Holanda testou empiricamente um modelo teórico em que relaciona o incômodo causado pelo ruído aeronáutico com o estresse psicológico. Esse estudo foi consequência de outro, que evidenciou que o incômodo está associado a um fator de estresse psicológico ao qual o indivíduo está submetido. O modelo explica bem que o ruído aeronáutico está associado à depreciação da qualidade de vida, incômodo e dificuldade de concentração (KROESEN et al, 2008).

Em 2009, Babisch e Kamp realizaram um estudo que objetivou correlacionar a exposição ao ruído aeronáutico com o risco de hipertensão em adultos e crianças. Foi comparada a métrica  $L_{den}$  com o “*odds ratio*” (OR), razão de chances, que é utilizado para explicar a chance de um evento acontecer, ou seja, a chance de hipertensão quando

o indivíduo se encontra em locais próximos ao aeroporto. O estudo concluiu que a chance aumenta 1,13 vezes a cada aumento de 10 dB(A) para níveis de pressão sonora entre 45 e 70 dB(A), ou seja, isso significa dizer que o indivíduo tem 1,13 vezes mais chance de ter um problema cardiovascular. O estudo concluiu, então, que o OR para pessoas que moram em regiões onde o  $L_{den}$  é entre 55 e 60 dB(A), e entre 60 e 65 dB(A), é de, respectivamente, 1,13 e 1,20 vezes mais chance de ter problemas de hipertensão.

Em Dubai, um estudo foi realizado para avaliar a relação entre o ruído causado pelo aeroporto com o incômodo gerado na comunidade circunvizinha. Para quantificar o incômodo, foi elaborado questionário com perguntas utilizando como modelo a norma ISO 15666-2003 e distribuído à população. O trabalho comparou os resultados obtidos por meio dos questionários com as métricas WECPNL (*weighted equivalent continuous perceived noise level*) e  $L_{dn}$ . Para isso, utilizou-se porcentagem de pessoas extremamente incomodadas (*highly annoyed responses* - %HA) pela relação de dose-resposta. Foram coletadas respostas de pessoas com idade entre 20 e 65 anos, 76% do sexo masculino, devido ao fato da maior parte dos respondentes serem da religião islâmica, em que o homem responde pela família. A área a ser aplicada correspondia a região que obteve o  $L_{dn}$  igual a 65 dB(A) ou maior. Depois, esta área foi dividida em 22 regiões, sendo 30 respondentes para cada região, gerando um total de 660 respondentes. Concluiu-se que 41% dos respondentes se consideraram altamente incomodados com o ruído (ELMEHDI, 2012).

Nos Estados Unidos, um estudo concluído em 2015 com 4600 respondentes avaliaram a relação entre o incômodo causado pelo ruído de aeronaves em sete parques nacionais. Os frequentadores dos parques ressaltaram a importância de se ter “um ambiente calmo, pacífico e tranquilo”. Os questionários eram compostos por escala gradual de respostas (nada incomodado a muito incomodado). Para avaliar a relação entre eles, foi utilizado o método estatístico de regressão, onde foi possível relacionar o incômodo com o nível de pressão sonora simulado. Foi concluído que os visitantes dos parques se sentiram incomodados pelo ruído emitido quando as aeronaves passavam (RAPOZA, SUDDERTH, LEWIS, 2015).

Da revisão internacional verificou-se que também não há estudos que avaliem o incômodo gerado pelo ruído aeronáutico por meio da TRI. Para fins de comparativo, apresenta-se, a seguir, uma tabela que resume a proposta e a(s) conclusão(ões) dos estudos descritos.

#### 2.4.2 Compilação dos estudos internacionais e nacionais

A revisão dos estudos nacionais e internacionais levou à conclusão de que não há pesquisas que avaliaram, de forma subjetiva, o incômodo causado pelo ruído aeronáutico utilizando a metodologia da TRI, comprovando o ineditismo do presente estudo, conforme se pode destacar na Tabela 2.3, abaixo.

Por outro lado, os estudos reafirmaram que para a avaliação da percepção, ou seja, do aspecto subjetivo do incômodo do ruído a melhor metodologia é a aplicação de questionários.

Nesse sentido, cabe registrar que a principal motivação para a utilização da TRI neste estudo consiste no fato de que, diferentemente da Teoria Clássica do Teste – TCT que trata o teste como um todo, a TRI aborda a característica e o comportamento do item no teste, permitindo, assim, uma mensuração com maior precisão com relação aos objetos subjetivos e a comparabilidade entre os testes elaborados com os itens construídos. Em suma, o objeto da TRI é o item e não o teste como um todo, como se pode verificar detalhadamente na seção 2.6.

**Tabela 2.3** – Compilação dos estudos nacionais e internacionais apresentados referente ao ruído aeronáutico.

<b>Autor(es)</b>	<b>Ano</b>	<b>Propósito da pesquisa</b>	<b>MT*</b>	<b>A**</b>	<b>Local</b>	<b>Conclusão</b>
Barbosa	2011	Quantificar o grau de incômodo gerado pelo ruído aeronáutico da base militar na população civil e militar que reside na proximidade.	Q	400	Santa Maria/RS	O incômodo ao ruído aeronáutico é mais percebido pela população civil quando comparada com a militar, porém ambos se sentiram incomodados ao ruído.
Nunes	2005	Avaliar os efeitos negativos do ruído aeronáutico em estudantes e professores de escolas localizadas dentro do PEZR do aeroporto.	Q+M	557	Porto Alegre/RS	Além do comprometimento no empenho escolar dos estudantes, foi observado presença de problemas vocais, auditivos e incômodo tanto nos estudantes quanto nos professores.
Giovanelli Neto	2010	Analisar o impacto do ruído aeronáutico na comunidade próxima ao aeroporto, comparando os dados simulados de CCR com o PEZR local.	Q+ CCR	129	São José dos Campos/SP	Da amostra populacional, 80% foram considerados incomodados com o ruído aeronáutico. Quanto a comparação das CCR e PEZR, foi concluído que o último está desatualizado, pois as curvas simuladas abrangem uma maior área em relação ao PEZR.
Dinato	2011	Reclamações sobre o incômodo sonoro para o Ministério Público fez com que surgisse a necessidade desta pesquisa. Realizou-se modelagem acústica para quantificar a população exposta ao ruído aeronáutico.	MA		Ribeirão Preto/SP	Foi quantificada a população exposta ao ruído aeronáutico principalmente àquela dentro das CCR 65 dB(A) e posteriores, e foi proposto medidas para reduzir o incômodo nesta população.

---

Carvalho Jr.	2015	Avaliar o incômodo gerado pelo ruído aeronáutico na população circunvizinha ao aeroporto.	Q+ MA	402	Brasília/ DF	O nível de incômodo na população foi alto, interferindo significativamente nas atividades cotidianas dos indivíduos. Além disso, sugere-se a adequação das legislações brasileiras a fim de abranger de forma mais eficaz diretrizes para o uso de métricas que conseguem medir o incômodo ao ruído aeronáutico.
Miedema, Oudshoorn	2001	Relacionar o incômodo sonoro com os ruídos de tráfego (ferroviário, rodoviário e aeroaviário) pela abordagem da meta-análise.				Concluiu-se que o ruído que mais impacta a sociedade com relação ao incômodo é o aeronáutico, evidenciando o exposto pela OMS.
Kamp et al.	2004	Comparar três estudos com relação a sensibilidade ao ruído aeronáutico dos residentes próximos a três aeroportos internacionais distintos.			Londres, Amsterdã e Sidney	Concluiu-se que, para os três estudos, a sensibilidade faz com que haja um aumento do grau de incômodo causado pelo ruído independentemente do nível de exposição sonora.

---

Lim et al.	2008	Avaliar o incômodo gerado pelo ruído aeronáutico na população circunvizinha a dois aeroportos civis.	Q+M	753	Coreia	As duas populações se mostraram incomodadas ao ruído aeronáutico. Também, foi observado que o ruído de fundo interfere no grau de incômodo da população, desta forma, o ruído de fundo é um fator de aumento ou redução do incômodo associado ao ruído aeronáutico.
Kroesen et al.	2008	Relacionar empiricamente o incômodo associado ao ruído aeronáutico com o aumento do estresse psicológico.			Holanda	Concluiu-se que o ruído aeronáutico está associado à depreciação da qualidade de vida, incômodo e dificuldade de concentração.
Babisch e Kamp	2009	Correlacionar a exposição ao ruído aeronáutico com o risco de hipertensão em adultos e crianças.			Alemanha e Holanda	Concluiu-se que o ruído entre 60 e 65 dB(A), faz com que o indivíduo tenha, respectivamente, 1,13 e 1,20 vezes mais chance de ter problemas de hipertensão.
Elmedhi	2012	Avaliar o incômodo gerado pelo ruído aeronáutico na população circunvizinha ao aeroporto.	Q	660	Dubai	Concluiu-se que 41% dos respondentes se consideraram altamente incomodados com o ruído
Rapoza, Sudderth, Lewis	2015	Avaliar a relação entre o incômodo causado pelo ruído de aeronaves em sete parques nacionais.	Q	4600	EUA	Concluiu-se que os visitantes dos parques se sentiram incomodados pelo ruído emitido quando as aeronaves passavam.

Notas: MT\* - Metodologia utilizada/ A\*\* - Amostra Populacional/ Q – aplicação de questionários/ M – medições acústicas/ CCR – Curva de Contorno de Ruído/ MA – mapas acústicos. Fonte: elaborado pela autora.

A seguir serão apresentados os indicadores que irão compor o questionário elaborado, seguindo as diretrizes da TRI e baseado em uma diversificação de estudos nacionais e internacionais que verificaram de que forma o incômodo causado pelo ruído aeronáutico afeta o indivíduo em seu padrão pessoal, social e comportamental.

#### 2.4.3 Indicadores para a composição do traço latente utilizados para elaboração do questionário

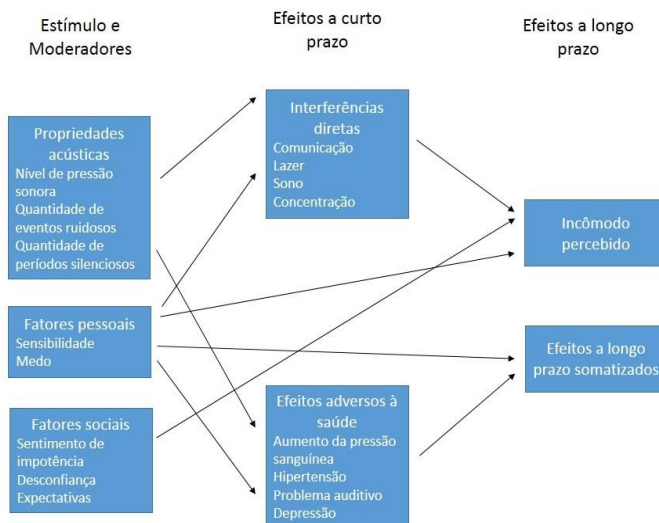
Como dito anteriormente, os efeitos no comportamento social dos residentes das localidades afetadas pelo ruído são complexos, sutis e indiretos e podem ser compreendidos por mudanças no comportamento cotidiano (e.g. fechar a janela, aumentar o som da televisão ou rádio, reclamações para as autoridades); mudanças nas atitudes sociais (e.g. agressividade, irritabilidade); mudanças nos indicadores sociais (e.g. consumo de drogas, idas constantes ao hospital, mudança de residência); ou mudanças no humor (e.g. estresse, infelicidade, depressão) (WHO, 1999; WHO 2010).

O ruído ambiental, então, está diretamente ligado à perturbação de certas atividades, como ler, assistir televisão, se comunicar, se concentrar, interrupção de atividades, bem como irritabilidade, estresse e efeitos adversos na saúde (FIELDS, 2001; GUSKI, FELSCHER-SUHR, SCHUEMER, 1998; WHO, 1999; ICAO, 2007; MESTRE, 2008; KROESEN, MOLIN, WEE, 2008; WHO, 2010; LAZLO et al, 2012; CARVALHO, 2015).

Além disso, Fields et al (1997) apontam que as variáveis não acústicas dependem, também, de fatores como o medo da fonte sonora, sensibilidade ao ruído de forma geral, crença na importância da fonte sonora que emite o ruído e o incômodo com outros impactos que podem ser gerados.

Guski (1999) realizou um estudo em que se considerou que o ruído ambiental possui efeitos a longo prazo no indivíduo, sendo eles o incômodo e os efeitos somatizados que foram considerados como sendo efeitos secundários, pois dependem do incômodo, associados aos fatores pessoais e sociais do indivíduo. De acordo com o autor quando há um evento ruidoso, primeiramente o indivíduo está sujeito aos efeitos a curto prazo, que são interferências diretas às atividades, como interrupção da comunicação, ou efeitos adversos à saúde, como aumento da pressão sanguínea. Veja a Figura 2.4 abaixo que exemplifica esse processo.

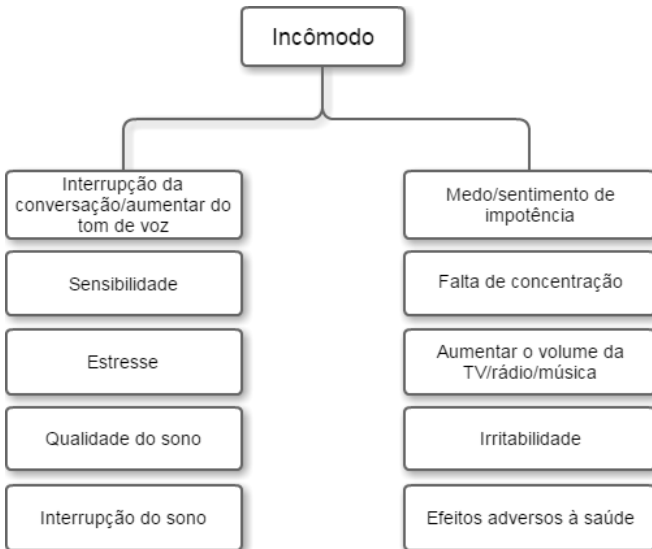




**Figura 2.4** - Efeitos gerados pela fonte ruidosa.  
Fonte: Adaptado de Guski (1999).

Para Guski (1999) os fatores pessoais estão ligados ao indivíduo e os fatores sociais pertencem a percepções compreendidas pela sociedade. Porém, esses dois fatores sempre estão atrelados, tendo em vista que a percepção do indivíduo sofre de acordo com os valores da sociedade em que está inserido.

Visto que o incômodo está ligado a diversos fatores, e que ele deve ser medido por questionários em campo (FIELDS et al, 1997; GUSKI, 1999; WHO, 1999), por depender diretamente do indivíduo e o meio em que está inserido, viu-se a necessidade de subdividir o incômodo associado ao ruído aeronáutico em 10 (dez) partes, chamadas de facetas, que servirão de base para elaboração das perguntas que compõem o questionário. As facetas têm por objetivo buscar todas as características que formam o incômodo no indivíduo. As facetas iniciais estão dispostas na Figura 2.5, abaixo.



**Figura 2.5** - Facetas selecionadas inicialmente para elaboração do questionário  
 Fonte: elaborado pela autora.

Porém, verifica-se necessário a análise prévia dessas facetas por especialista em psicometria, pois essa etapa consta como um processo para calibração e validação do instrumento de pesquisa (PASQUALI, 1997). Ante a isso, após análise de especialista em psicometria, Professor Roberto Cruz, da Universidade Federal de Santa Catarina, viu-se a possibilidade de junção de algumas facetas, resultando num total de sete, ilustradas na Figura 2.6.



**Figura 2.6** – Facetas que, juntas, traduzem o incômodo causado pelo ruído aeronáutico.

Fonte: elaborado pela autora.

A junção das facetas pode ser explicada pela proximidade entre elas, por exemplo, a interrupção do sono foi tida como um fator da qualidade do sono, e elas então, formaram juntas uma só faceta, chamada Qualidade do sono, que será detalhada adiante, juntamente com as demais.

As facetas servem, portanto, para dar um direcionamento na construção do questionário, visando observar quais são os pontos que devem ser abordados para obtenção do grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico. A seguir será tratada cada uma separadamente, exemplificando a justificativa da sua escolha.

#### 2.4.3.1 Mudança no comportamento cotidiano

Esta faceta compreende todos os aspectos que interferem nas atitudes cotidianas dos indivíduos, como: interrupção na conversação; aumento do tom de voz durante uma conversa; fechar a janela devido ao ruído externo; aumentar o som da televisão, rádio e/ou música; até casos extremos de reclamação com as autoridades aeroportuárias e administradores/operadores de aeroporto.

A comunicação verbal é um importante instrumento para a sociedade humana, podendo sofrer grande influência pelo ruído ambiental. Segundo Araújo (2009) a comunicação depende de três

fatores: a fonte, o meio ou o canal que a mensagem é enviada e o receptor. O objetivo é que a mensagem chegue ao receptor sem nenhum dano. Em uma conversação, a fonte e o receptor são seres humanos. A integridade da fala é definida como a capacidade da mensagem chegar ao receptor sem nenhuma alteração (ARAÚJO et al, 2008; ARAÚJO, 2009).

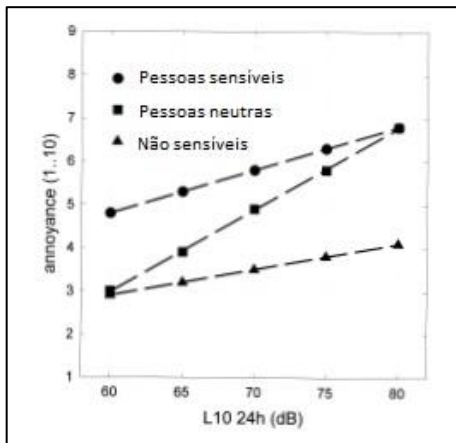
A integridade da fala é influenciada pelo volume do tom de voz, pronúncia, distância entre a fonte e o receptor, ou outros fatores como capacidade auditiva e atenção do receptor. Berglund & Lindvall (1999) afirmam que tendo em vista que o nível de pressão sonora de uma conversação normal é de 50 dB(A), um ruído de 35 dB(A) já causa interferência em ambientes pequenos, sendo que, para grupos mais sensíveis (ou vulneráveis), a integridade é alterada por um ruído menor que 35 dB(A).

Desta forma, a interferência na fala é tida como o processo de mascaramento, ou seja, o ruído interfere na fala, e esta não é possível de ser entendida. O ruído ambiental, além de atrapalhar a conversação, pode também impedir de serem ouvidos sons como campainhas, alarmes, telefones tocando, entre outros. Esta inabilidade na audição acaba formando pessoas com deficiência auditiva, ou interferência nas atividades cotidianas (BERGLUND, LINDVALL, 1999).

#### 2.4.3.2 Sensibilidade

A sensibilidade ao ruído (*sensitivity to noise*) está diretamente ligada ao fator pessoal do indivíduo. Em sua definição, ela se refere a um estado (podendo ser psicológico ou estilo de vida) de qualquer indivíduo que pode aumentar ou diminuir sua reação ao ruído em geral (SOAMES JOB, 1999; GUSKI, 1999; Hearing Link, 2016).

Em estudo realizado por McKennell (1963 apud GUSKI 1999; SOAMES JOB, 1999) foi utilizado apenas uma pergunta para classificar a sensibilidade do respondente ao ruído: “Você diria ser muito ou pouco sensível ao ruído quando comparado com outras pessoas?”. Concluiu-se, então, que quando expostas ao mesmo nível de ruído, pessoas que se classificam sensíveis se mostram mais incomodadas que as não sensíveis (ver Figura 2.7, abaixo).



**Figura 2.7-** Sensibilidade ao ruído segundo McKennell.

Nota: *annoyance* = incômodo.

Fonte: Adaptado de Guski (1999).

Neste trabalho, a faceta Sensibilidade busca separar as pessoas em sensíveis ou não ao ruído para que seja possível justificar as respostas de alguns entrevistados, por exemplo se a pessoa respondeu ser muito incomodado ao ruído de forma geral, espera-se que ela se posicione em “frequentemente” a “sempre” na escala de respostas desta faceta.

#### 2.4.3.3 Mudanças nas atitudes sociais ou humor

O ruído ambiental não é um causador de distúrbios mentais, porém ele pode acelerar e intensificar o desenvolvimento de distúrbios mentais. Estudos comprovam uma variedade de sintomas, como ansiedade, estresse, irritabilidade, náusea, dores de cabeça, instabilidade emocional, impotência sexual, mudanças repentinas no humor e problemas psiquiátricos, como neurose e histeria. Associado a isso, está o consumo de drogas para combater a depressão e calmantes para dormir (BERGLUND, LINDVALL, 1999; WHO, 1999).

A irritabilidade pode estar associada aos mecanismos de reação ao estresse durante uma situação de desconforto, ou a reação não consciente de um estresse fisiológico gerado na incapacidade de conclusão de suas atividades, como por exemplo, a ausência de uma boa noite de sono (BASNER et al, 2014).

Observa-se que o coletivo também é um fator intensificador da irritabilidade ou do estresse. Quando o ruído interfere na sociedade

(coletividade), e não somente no indivíduo, é percebido um maior incômodo. Para ruídos superiores a 80 dB(A) se verifica um aumento na agressividade da população exposta (BERGLUND, LINDVALL, 1999).

Essa faceta busca, então, quantificar a irritabilidade, agressividade, estresse e até casos mais extremos onde se ocasionou a mudança de residência.

#### 2.4.3.4 Qualidade do sono

Estudo realizado pela Organização Mundial da Saúde (WHO, 1999) classificou o distúrbio de sono como o principal efeito negativo do ruído ambiental no indivíduo. O distúrbio do sono pode ser dividido em efeitos primários, secundários e a longo prazo.

Os efeitos primários são: dificuldade em começar a dormir; acordar durante a noite; e alterações durante o sono profundo (HOBSON, 1990). Os efeitos secundários são relacionados a mudanças de humor, depressão e mudanças no desempenho das atividades cotidianas, até fadiga (PASSCHIER-VERMMER, 1993).

Os efeitos a longo prazo são aqueles causados pelo incômodo no decorrer das 24 horas seguintes. O indivíduo que está exposto ao ruído ambiental frequentemente costuma fazer uso de remédios para dormir, ou até sedativos. Outro hábito comum entre esses indivíduos é o uso de protetor auricular para dormir ou o ato de fechar todas as janelas da residência, bem como colocar material isolante nelas (WHO, 1999).

O sono ininterrupto e a capacidade de relaxar são pré-requisitos para um bom funcionamento fisiológico e mental. Para uma boa noite de sono é necessário que o nível de pressão sonora de ruído de fundo não exceda a 30 dB(A), e o de eventos isolados não pode exceder 45 dB(A) (BERGLUND, LINDVALL, 1999; BASNER et al, 2014). Desta forma, essa faceta além de analisar a qualidade do sono, capacidade de relaxar, analisará, também perturbadores do sono, como insônia e interrupção do sono.

#### 2.4.3.5 Medo/Sentimento de impotência

Essa faceta foi subdividida em sentimentos como medo e impotência, inconfiabilidade nas autoridades quanto a aplicar políticas de redução, bem como achar que o ruído é um problema ambiental que não se pode controlar ou, ainda, que ele pode piorar com o passar do tempo.

Estudos afirmam que o medo de que acidentes aéreos ocorram na vizinhança está diretamente ligado ao incômodo causado pelo ruído

aeronáutico para os residentes próximos à aeroportos. Arelado a isso, vem também o sentimento de que a fonte do ruído (não propriamente o ruído) tem efeito negativo na saúde. Estudos realizados concluíram que os residentes que concordam que o ruído piorou sua qualidade de vida, bem como a de seus familiares, se encontravam no grupo de mais incomodados (GUSKI, 1999).

O sentimento de impotência, ou como Guski (1999) nomeia, a capacidade de lidar com o ruído ambiental, é tido como o estresse ou a irritabilidade que gera no indivíduo quando ele sente que não há nada que possa ser feito para a redução do ruído. Esse sentimento está atrelado à confiança que a pessoa tem em ser capaz de resolver o problema.

A capacidade de lidar pode ser direta ou indireta. Direta é quando a pessoa é capaz de desligar a fonte causadora de ruído, e a indireta está em saber exatamente quando o ruído irá aparecer e se preparar para tal. Porém, ruídos ambientais não podem ser “desligados”, logo acaba gerando incômodo na população. Deve-se, então, buscar estratégias para reduzir ou evitar ruídos excessivos (GUSKI, 1999).

Guski (1999) acredita, ainda, que se os residentes não confiarem nas autoridades, eles também não confiarão em suas políticas de redução de ruído, fazendo com que o incômodo sentido continue alto. Porém, se eles observarem que as autoridades estão elaborando e colocando em prática programas de controle de ruído, visando sua redução, eles confiarão, resultando numa maior eficácia quanto à redução do incômodo nos residentes.

#### 2.4.3.6 Falta de concentração

Atenção, concentração, dificuldade em resolver problemas e memorização são os principais efeitos cognitivos afetados pelo ruído ambiental em adultos e crianças. Eventos isolados de ruído podem, ainda, assustar o indivíduo possivelmente distraído. Crianças que estudam ou moram em locais ruidosos tendem a ter o hormônio do estresse aumentado, bem como dificuldade em realizar uma atividade, estudar e se concentrar. Adultos têm o desenvolvimento no trabalho reduzido pelo ruído (BERGLUND, LINDVALL, 1999; WHO, 1999).

Exposição crônica ao ruído em crianças pequenas pode ocasionar uma redução na capacidade de aprender a ler. Quanto maior a exposição ao ruído, maior a dificuldade (BERGLUND, LINDVALL, 1999).

Para avaliar a perda de memória, submetem-se pessoas a testes neurológicos. Observou-se que há dois tipos de déficits de memória ao

submeter indivíduos à exposição ao ruído, o da memória incidental e o da memória quando o indivíduo não está com a sua atenção focada no que está sendo explicado (WHO, 1999). A memória incidental é definida como a memória que está associada ao processamento cognitivo da memória de trabalho, ou seja, ela é percursora nas operações mentais em curto espaço de tempo (MEREGE FILHO et al, 2013). Nesse teste, indivíduos foram aptos para se lembrar de palavras que eram faladas rapidamente, porém não puderam se lembrar de imagens que foram mostradas, bem como o local na folha de papel em que se encontravam. Também, quando pediam para repetir as palavras ditas anteriormente, houve um decaimento do rendimento da capacidade de memória, pois os participantes não se recordavam delas (WHO, 1999; BERGLUND, LINDVALL, 1999).

Assim, procura-se avaliar a falta de concentração associada ao ruído aeronáutico que a população está inserida, pelo bloqueio ou a dificuldade em se realizar atividades, como leitura, ouvir música, assistir televisão e realizar práticas religiosas ou meditação.

#### 2.4.3.7 Efeitos adversos à saúde

Essa faceta está relacionada aos problemas de saúde associados ao ruído ambiental. São eles os chamados efeitos auditivos, e efeitos não auditivos. Os efeitos auditivos, como o próprio nome diz, remetem à redução da capacidade auditiva. Já os efeitos não auditivos estão relacionados a problemas como: aumento da pressão sanguínea, aumento do batimento cardíaco, vasoconstrição, aumento dos hormônios do estresse, além de tomar remédio para dormir, e, em casos mais extremos, depressão (WHO, 1999; JARUP et al, 2005; BABISCH, 2006; BABISCH, 2011).

A redução da capacidade auditiva é o principal efeito adverso à saúde causado pelo ruído (BASNER et al, 2014). É definido como um aumento do limiar da audição (WHO, 1999). O limiar auditivo é o nível mínimo de pressão sonora necessária para provocar sensação auditiva (LORENZI, TRIGUEIROS-CUNHA, 2006). Ou seja, quando há um aumento do limiar auditivo, há uma menor percepção dos sons a sua volta, já que é necessário um nível maior de pressão sonora para ativar a sensibilidade. Para a OMS, a redução da capacidade auditiva é o maior problema relacionado a ruído irreversível da atualidade, pois as cidades estão em crescimento, aumentando o ruído ambiental, não somente o ocupacional (WHO, 1999). A ISO 1999 de 2013 especifica o método de



análise da perda da capacidade auditiva em adultos expostos a níveis prolongados de ruído (ISO, 2013).

Os efeitos não auditivos geralmente são detectáveis em laboratório, com o uso de equipamentos específicos. Vários estudos estão relacionando esses efeitos na saúde ao ruído ambiental em que o indivíduo está exposto diariamente. O HYENA (JARUP et al, 2005) foi um estudo de larga extensão, que buscou observar a associação da hipertensão (aumento da pressão sanguínea) com o ruído de tráfego, nos residentes próximos à cinco dos principais aeroportos da Europa, sendo eles London Heathrow (Reino Unido), Berlin Tegel (Alemanha), Amsterdam Schiphol (Holanda), Stockholm Arlanda (Suécia), Milan Malpensa (Itália), e Athens Elephtheros Venizelos (Grécia) e rodovias. Esse estudo concluiu que há uma forte relação com o aumento da pressão sanguínea dos moradores, principalmente para o nível de ruído noturno, para a população próxima aos aeroportos, e o nível de ruído diurno, para a população próxima das rodovias.

Experimentos em laboratório indicam que se o indivíduo é exposto a um evento pontual e rápido, há um aumento do batimento cardíaco, seguido de sua redução. Porém, quando exposto a eventos longos e periódicos, não somente é observado o aumento do batimento cardíaco, como também o aumento do hormônio do estresse. A causa do aumento desse hormônio influencia um aumento da secreção gástrica, que gera a gastrite, ou em casos mais sérios, a úlcera (WHO, 1999; BABISCH, 2011).

A OMS concluiu que problemas cardiovasculares estão associados à exposição prolongada de valores iguais ou superiores a 65-70 dB(A) para população afetada por ruído de tráfego, podendo ser próximos a rodovia e aeroportos (WHO, 1999).

Com base nesses trabalhos, essa faceta terá a finalidade de estudar o indivíduo, pois não serão realizados estudos em laboratório. Poderá ser feita uma associação ao efeito nocivo a saúde do indivíduo conforme ele responde ao questionário, porém não será utilizado para afirmar com precisão a causa-efeito relacionado ao ruído.

## **2.5 Teoria Psicométrica**

A psicometria foi criada para resolver objetivamente as aptidões humanas, ou seja, ela assume o modelo quantitativo para explicar aspectos psicológicos (PASQUALI, 1997).

Guski (1999) afirma que o ruído ambiental é composto parte por propriedades acústicas, parte por propriedades advindas dos residentes da localidade. Cerca de um terço do incômodo causado pelo ruído ambiental é explicado pelas propriedades acústicas e os outros dois terços podem ser explicados pelas propriedades não-acústicas, ou seja, padrões de comportamento social e pessoal da população afetada.

Nesse sentido, essas propriedades não-acústicas seriam explicadas pela teoria psicométrica, contribuindo para a construção dos instrumentos de quantificação do incômodo associado ao ruído aeronáutico, ao propor meios de identificação e validação do questionário elaborado.

O Conselho Federal de Psicologia (CFP) por meio da Resolução nº 02/2003, definiu e regulamentou o uso, a elaboração e a comercialização de testes psicológicos. Para o conselho, os testes psicológicos são procedimentos sistemáticos de observação e registro de amostras de comportamentos e respostas de indivíduos, com o objetivo de descrever e/ou avaliar características nas áreas: emoção/afeto; cognição/inteligência; motivação; personalidade; psicomotricidade; atenção; memória; e percepção (CFP, 2003).

Ainda, a Resolução nº 02/2003 estabelece requisitos mínimos obrigatórios para a construção de instrumentos de avaliação psicológica, tais como (CFP, 2003):

- I. Apresentação de fundamentação teórica do instrumento, com ênfase na definição do construto (i.e., objeto a ser mensurável) e seus possíveis propósitos para os quais ele foi desenvolvido;
- II. Apresentação de evidências empíricas de validade e precisão das interpretações propostas para os escores do teste, justificando os procedimentos adotados;
- III. Apresentação dos dados sobre as propriedades psicométricas dos itens do instrumento;
- IV. Apresentação do sistema de correção e interpretação dos escores;
- V. Apresentação clara dos procedimentos de aplicação e correção, bem como as condições em que o teste foi

aplicado, para que haja uniformidade nos procedimentos envolvidos.

No âmbito internacional, a Comissão Internacional de Testes (ITC) apresentou diretrizes para o correto uso de testes de avaliação psicológica, com a finalidade de promover uma prática adequada segundo normas éticas (ITC, 2003).

Assim, a psicometria auxilia o pesquisador a perceber a eficiência do modelo, a operacionalização, e se os itens correspondem bem ao constructo (objeto a ser mensurável). O objeto de estudo na psicometria é denominado traço latente. As estruturas latentes possuem atributos e estes, magnitudes, ou seja, é possível mensurá-los, sendo expressos por um conjunto de itens observáveis (PASQUALI, 1997).

O parâmetro fundamental da pesquisa psicométrica é a demonstração da equivalência entre os processos empíricos (etapa de medida) e os processos teóricos (etapa de caracterização teórica) do traço latente. A essa demonstração leva-se o nome de validade. A confiabilidade do instrumento dá-se o nome de fidedignidade. Um instrumento adequado é válido e fidedigno com o objeto de estudo (PASQUALI, 1997). A seguir serão abordados os conceitos de traço latente, magnitude, validade e fidedignidade.

### 2.5.1 Traço Latente

Para Pasquali (1997), na TRI o traço latente é uma variável hipotética de caráter matemático ou estatístico, ou seja, um fator ou um objeto de estudo a ser medido. Já para Bortolotti (2010), considera-se o traço latente ou variável latente é uma característica do indivíduo que não pode ser medida diretamente. Assim, para o presente trabalho considera-se traço latente o incômodo associado ao ruído aeronáutico.

Na psicometria, cada traço latente é composto por uma série de atributos que visam caracterizá-lo por um todo. Por exemplo, em um sistema físico, apresentam-se atributos de massa, comprimento, etc (PASQUALI, 1997). Para o incômodo, esses atributos são descritos no capítulo 3, Metodologia.

### 2.5.2 Magnitude

Tendo em vista que cada traço latente possui uma certa quantidade de atributos, na psicometria esses atributos possuem dimensões, isto é, são mensuráveis (PASQUALI, 1997). Para classificar

o incômodo, se devem obter atributos que juntos expressem apenas uma dimensão.

### 2.5.3 Validação

A validade de um teste é definida como se de fato mede o que supostamente deva medir, ou seja, ao se medir os itens que traduzem o traço latente de um teste, está medindo o próprio traço latente. A validação consiste, então, na verificação empírica da hipótese (teoria) (PASQUALI, 1997).

Para Pasquali (1997), um teste tem validade de conteúdo se ele possui uma amostra representativa de um universo finito de itens. Para isso, o autor especifica uma técnica para construção de um conjunto de itens, visando à validação do conteúdo do teste, conforme a Tabela 2.4, a seguir.

**Tabela 2.4** - Etapas para construção de um conjunto de itens.

<b>Etapas</b>	<b>Definição</b>
Definição do domínio cognitivo	Definir os objetivos ou os processos psicológicos que se quer avaliar.
Definição do universo de conteúdo	Delimitar o objeto de estudo em classes e subclasses.
Definição da representatividade de conteúdo	Definir a proporção com que as classes e subclasses previamente delimitadas devem ser representadas no teste.
Elaboração da tabela de especificação	Avaliar a importância relativa a ser dada para cada unidade.
Construção do teste	Elaborar os itens que irão representar o traço latente.
Análise teórica dos itens	Verificar a pertinência do item de determinada unidade, embasando teoricamente sua escolha.
Análise empírica dos itens	Definir os níveis de dificuldade e discriminação dos itens por meio da TRI.

Fonte: Adaptado de Pasquali (1997).

### 2.5.4 Fidedignidade

A fidedignidade refere-se ao quanto o escore obtido no teste se aproxima do escore verdadeiro do sujeito, em um traço qualquer. Pode-

se afirmar, então, que a fidedignidade de um teste está ligada ao erro de medida produzido pelo próprio instrumento. Em outras palavras, trata-se da precisão ou calibração do instrumento de medida (PASQUALI, 1997).

## **2.6 Teoria de Resposta ao Item**

Neste tópico, será realizado, primeiramente um rápido levantamento histórico da TRI, seguindo de sua conceituação. Depois, será realizado um comparativo entre a Teoria Clássica de Testes (TCT) e a Teoria de Resposta ao Item, mostrando as vantagens e desvantagens de ambas as teorias, de modo a fundamentar a escolha da metodologia TRI para o trabalho. Em seguida serão abordados conceitos sobre os diferentes modelos, bem como a explanação da escolha de alguns deles para compor a metodologia.

### **2.6.1 Apanhado Histórico**

Os primeiros modelos de resposta ao item surgiram na década de 50, e eram modelos que consideravam uma única habilidade de um único grupo de respondentes. O pesquisador Frederic Lord foi o primeiro a desenvolver o modelo unidimensional de dois parâmetros, de natureza acumulativa para respostas dicotômicas (certo e errado), baseado na distribuição normal. Posteriormente, o autor sentiu a necessidade de incorporar um terceiro parâmetro, tornando o modelo de três parâmetros, utilizado atualmente (PASQUALI, 1997; ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000; ARAÚJO, ANDRADE, BORTOLOTTI, 2009).

Em 1969, Samejima sentiu a necessidade de trabalhar com modelos que expressassem respostas graduais, com o objetivo de obter mais informações dos indivíduos, não somente certas ou erradas. Outros autores, como Bock (1972), Andrich (1978), Masters (1982) e Muraki (1992) também incorporaram modelos com mais de duas categorias de respostas, reforçando esta necessidade. Foi então que surgiram os modelos politômicos (ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000; ARAÚJO, ANDRADE, BORTOLOTTI, 2009).

Bock e Zimowski (1997) introduziram a comparação entre duas ou mais populações de respondentes, submetidas a diferentes testes com apenas alguns itens em comum, aumentando assim a possibilidade de pesquisa utilizando a TRI (ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000).

### 2.6.2 Conceito e definições

A Teoria de Resposta ao Item (TRI), então, para Pasquali (1997, p. 122), é definida como uma teoria estatística, mas de utilidade direta na psicometria, inclusive com grandes vantagens sobre outros métodos tradicionais de análise de itens.

Andrade, Tavares e Valle, autores do livro “Teoria da Resposta ao Item: conceitos e aplicações” (2000, p. 7) definem a TRI como um conjunto de modelos matemáticos que visam representar a probabilidade de um indivíduo dar certa resposta a um determinado item em função dos parâmetros do item e da habilidade (ou habilidades) do respondente. Essa relação é sempre expressa de tal forma que quanto maior a habilidade, maior a probabilidade de acerto no item.

Por meio da metodologia da TRI é possível estabelecer qualquer medição a partir de um conjunto de características do objeto de estudo que se pretende mensurar (VARGAS, 2007). A esse objeto de estudo dá-se o nome de traço latente, conforme abordado anteriormente na teoria psicométrica.

A TRI parte da suposição que um indivíduo possui um traço latente, representado pela letra grega *theta*,  $\theta$ , relativo a uma característica sua, como por exemplo, o grau de incômodo pelo ruído, o nível de depressão, ou a sua proficiência em matemática (SARTES, SOUZA-FORMIGONI, 2013).

### 2.6.3 Comparativo entre a Teoria de Resposta ao Item e a Teoria Clássica de Testes

A TRI foi desenvolvida, principalmente, para suprir as limitações que a Teoria Clássica de Testes (TCT) apresentava (EMBRETSON, REISE, 2000; ARAÚJO, ANDRADE, BORTOLOTTI, 2009). Embretson e Reise (2000) apresentam uma análise comparativa detalhada entre TRI e TCT, também expõem uma explicação dos princípios válidos na TCT e como esses princípios funcionam na TRI, conforme se observa na Tabela 2.5.

**Tabela 2.5** - Comparação entre a TCT e a TRI.

<b>TCT</b>	<b>TRI</b>
O erro padrão de medida é obtido para todos os escores de uma determinada população	O erro padrão difere ao longo dos escores e é generalizado para as populações
Testes longos são mais confiáveis	Testes curtos podem ser mais confiáveis que longos
Os escores podem ser comparados se tiver sido aplicado o mesmo teste	Os escores podem ser comparados mesmo quando há testes diferentes
Resultados são obtidos apenas com amostras representativas	Resultados podem ser obtidos por amostras estimadas
Alterar a ordem dos itens leva a um desbalanceamento do teste	Pode-se alterar a ordem dos itens sem comprometer o resultado do teste
A resposta de somente um item não descreve parâmetros psicométricos	Os parâmetros psicométricos são descritos analisando cada resposta de cada item

Fonte: Adaptado de Embretson e Reise (2000).

Além disso, uma das vantagens da TRI sobre a TCT é que ela permite a comparação entre populações diferentes, desde que sejam submetidas a questionários que tenham apenas alguns itens em comum. Outra vantagem é a comparação entre indivíduos da mesma população que tenham sido submetidos a questionários diferentes em sua totalidade. Isto é possível, pois uma das principais características da TRI é ter como elementos centrais os itens que compõem o questionário, e não o questionário como um todo, como é o caso da TCT (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

Para a TRI, os parâmetros dos itens e dos indivíduos são invariantes, independentes um do outro, ou seja, os parâmetros dos itens não dependem da distribuição dos escores dos indivíduos. Isso nos diz que os parâmetros dos itens não são necessários para interpretar os parâmetros dos indivíduos (HAMBLETON; SWAMINATHAN, ROGERS, 1991). Já na TCT, este não é o caso, porque os parâmetros do indivíduo ou os parâmetros dos itens, não podem ser compreendidos fora do contexto, um do outro (EMBRETSON, REISE, 2000; BORTOLOTTI, 2010).

Outra vantagem da TRI é que a quantidade de informação que um item fornece sobre o traço latente e que pode ser determinada para qualquer nível do traço latente é chamada de função de informação do item. A função de informação do item reflete a qualidade dos itens individuais (BAKER; KIM, 2004).

Embora a TRI tenha muitas vantagens sobre a TCT, algumas limitações devem ser levadas em conta, como por exemplo, o número de amostras em uma pesquisa. Para alguns modelos, como o de Rasch, considerado mais simples por possuir o parâmetro do traço latente e o do item, basta uma amostra de 150 respondentes. Já os modelos de dois parâmetros, são necessários pelo menos 200 respondentes. Outros modelos mais complexos podem exigir uma amostra superior (BORTOLOTTI, 2010).

Outra limitação é a necessidade de se usar *software* complexos para poder analisar os dados, e, dependendo do caso, há a necessidade de se usar diversos *softwares* para obter uma análise substancial (PASQUALI, 1997; BORTOLOTTI, 2010).

#### 2.6.4 Modelos da TRI

A principal distinção entre modelos da TRI, refere-se à seleção de opções de uma resposta, a relação entre os itens, e o nível do traço latente. Existem dois tipos de processo de resposta comentados: os acumulativos e os não acumulativos, ou de desdobramentos (BORTOLOTTI, 2010).

Os modelos não acumulativos são usados em situações de respostas que nem sempre a probabilidade de responder as categorias de resposta mais alta aumenta quando aumenta o traço latente indivíduo (BORTOLOTTI; ANDRADE, 2007). Para maiores informações sobre estes modelos, sugere-se conhecer as já referidas obras dos autores Bortolotti (2010) e Andrade (2007), que abordam detalhadamente o tema. Para esta pesquisa, são abordados os modelos acumulativos, tendo em vista a característica do objeto de estudo a ser avaliado (grau do incomodo do ruído aeronáutico).

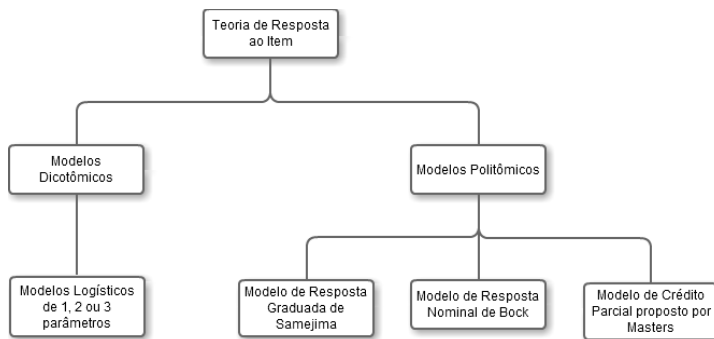
Os modelos acumulativos propostos na literatura dependem fundamentalmente de 3 (três) fatores (ANDRADE; TAVARES; VALLE 2000, p. 7):

- i. Da natureza do item: dicotômico ou politômico;
- ii. Do número de populações envolvidas: uma ou mais de uma;
- iii. E da quantidade de traços latentes que está sendo medida: apenas um ou mais de um traço.

Quanto à natureza do item, difere quanto ao tipo de categoria de resposta, podendo ser itens dicotômicos (certo e errado ou concordo e discordo) ou itens politômicos (categorias graduais de respostas)



(ANDRADE, TAVARES, VALLE 2000; ARAÚJO, ANDRADE, BORTOLOTTI, 2009; MENEGON 2013). Abaixo se apresenta a Figura 2.8, que esquematiza os conceitos abordados.



**Figura 2.8** – Modelos acumulativos mais utilizados na Teoria de Resposta ao Item.

Fonte: dados obtidos em Araújo, Andrade e Bortolotti, 2009, elaborado pela autora.

Quanto ao número de populações, verificam-se modelos de uma população e modelos para duas ou mais populações envolvidas. Ainda, ressalta-se que é possível considerar mais de uma população quando esta pode ser subdividida em vários grupos, permitindo uma comparação entre eles (ANDRADE; TAVARES; VALLE 2000).

Quanto à quantidade de traços latentes, podendo ser um ou mais traços, há modelos unidimensionais ou multidimensionais. Atualmente os modelos unidimensionais têm sido aplicados com maior frequência nas pesquisas por possuírem softwares de apoio mais acessíveis (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000; MENEGON, 2013).

Ante a explanação e conforme já referido anteriormente, o presente estudo possui como traço latente o grau do incômodo causado pelo ruído aeronáutico na comunidade vizinha ao Aeroporto Internacional Hercílio Luz, em Florianópolis. Abaixo serão abordados os conceitos e diferenças entre os modelos unidimensionais dicotômicos e politômicos, dando ênfase ao politômico, pois apenas este será utilizado no presente estudo.

#### 2.6.4.1 Modelos com itens dicotômicos

Neste tópico serão abordados de forma breve os conceitos dos itens dicotômicos, visto que este não será utilizado no presente estudo,

apenas para compreensão da diferença entre este e o modelo de itens politômicos. Para o modelo de itens dicotômicos, o modelo mais usual é o logístico de dois parâmetros, o qual avalia a dificuldade e a discriminação dos itens. Abaixo segue a equação que explica o modelo logístico de dois parâmetros, para modelos unidimensionais, dicotômicos.

$$P(U_{ij} = 1|\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-Da_i(\theta_j - b_i)}} \quad (2.6)$$

Onde:

$U_{ij}$  é uma variável dicotômica que assume os valores 1, quando o indivíduo  $j$  responde corretamente o item  $i$ , ou 0 quando o indivíduo  $j$  não responde corretamente ao item  $i$ .

$\theta_j$  representa a habilidade (traço latente) do  $j$ -ésimo indivíduo.

$P(U_{ij} = 1|\theta_j)$  é a probabilidade de um indivíduo  $j$  com habilidade  $\theta_j$  responder corretamente o item  $i$  e é chamada de Função de Resposta do Item – FRI.

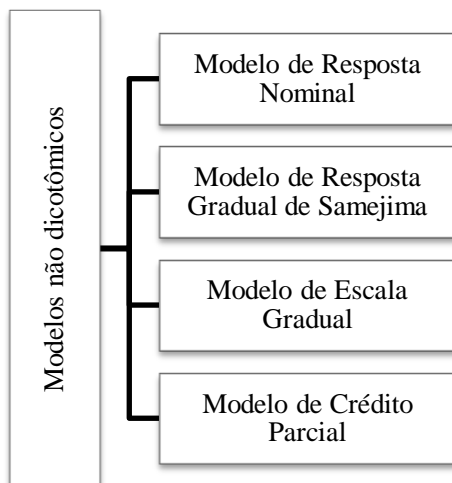
$b_i$  é o parâmetro de dificuldade (ou de posição) do item  $i$ , medido na mesma escala da habilidade.

$a_i$  é o parâmetro de discriminação do item  $i$ , com valor proporcional à inclinação da Curva Característica do Item — CCI no ponto  $b_i$ .

$D$  é um fator de escala, constante e igual a 1. Utiliza-se o valor 1,7 quando se deseja que a função logística forneça resultados semelhantes aos da função ogiva normal.

#### 2.6.4.2 Modelos com itens politômicos ou não-dicotômicos

Neste tópico serão tratados os modelos que analisam tanto itens de resposta livre, quanto de múltipla escolha de resposta graduada. Nos modelos não-dicotômicos avalia-se não somente se o indivíduo acertou ou não o item, como a resposta que lhe foi dada (ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000). A Figura 2.9 mostra os diferentes tipos de modelos contidos no modelo com itens não-dicotômicos.



**Figura 2.9** - Tipos de modelos politômicos.

Fonte: própria autora.

O Modelo de Resposta Nominal foi desenvolvido por Bock em 1972, com o propósito de maximizar a possibilidade de respostas, não somente certo e errado, sim e não ou concordo e discordo. As respostas são distribuídas em múltipla escolha, sem relação de ordenação entre as opções (ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000).

Já o Modelo de Resposta Gradual de Samejima (1969) assume que as respostas, também dispostas em múltipla escolha, são ordenadas entre si. O Modelo de Escala Gradual é um caso particular do de Samejima, onde as respostas também possuem ordenação entre si, porém os escores das categorias são equidistantes. Este modelo não é aplicado quando em um teste, os itens possuem suas próprias categorias de respostas, podendo ser diferentes entre si, pois, para o modelo funcionar corretamente, todos os itens devem possuir categorias iguais de respostas (ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000).

O Modelo de Crédito Parcial foi desenvolvido por Masters, em 1982, seguindo a mesma linha de pesquisa de Samejima, ou seja, as respostas são ordenadas entre si. O que difere do anterior explanado é que este modelo segue a linha do modelo dicotômico de Rasch, onde é analisado apenas um parâmetro, o da dificuldade dos itens.

Ante a isso, a pesquisa em questão utilizou como modelo para os itens politômicos, o Modelo de Resposta Gradual de Samejima, que é definido por:

$$P_{i,k}^+(\theta_j) = \frac{1}{1 + e^{-D_{ai}(\theta_j - b_{i,k})}} \quad (2.7)$$

Sendo:

$b_{i,k}$  o parâmetro de dificuldade da  $k$ -ésima categoria do item  $i$ .

Os demais parâmetros dos modelos são análogos aos definidos para os itens dicotômicos.

Exemplificando, vale referenciar um estudo realizado em 2013 que avaliou o conforto e desconforto das poltronas de aeronaves, com o uso da TRI. Foram utilizados modelos de respostas graduais com itens dicotômicos e politômicos para compor o questionário no qual os indivíduos respondiam selecionando a opção que melhor se adequava ao seu sentimento. A Figura 2.10 representa um item de pergunta e resposta politômica utilizado para avaliar o desconforto causado pelas poltronas das aeronaves (MENEGON, 2013).

Universidade Federal da Santa Catarina

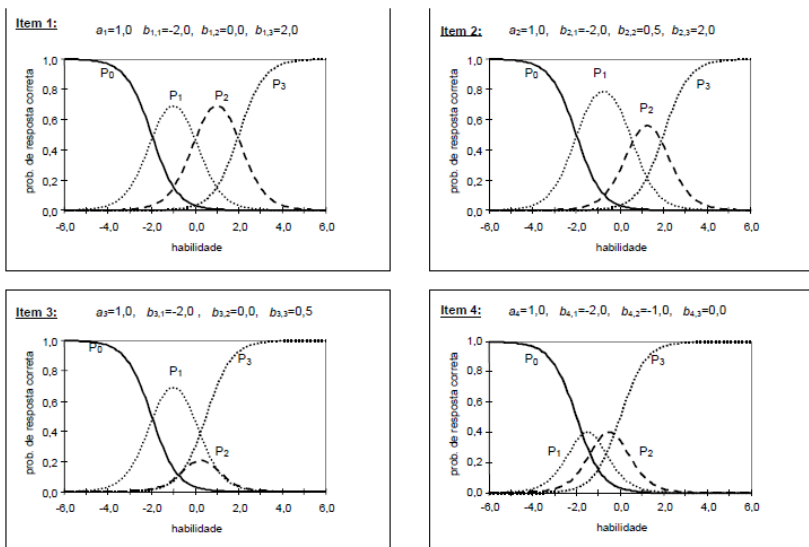
**Questionário de Desconforto em Poltrona de Aeronave**

Por favor assinale com um  o local correspondente a resposta que melhor indique o seu grau de concordância com os itens.

1. Fiquei satisfeito com a poltrona	Concordo fortemente	Concordo	Concordo um pouco	Discordo um pouco	Discordo	Discordo fortemente
	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Figura 2.10** – Primeira pergunta do questionário utilizado por Menegon (2013) para servir de instrumento de análise do desconforto em poltronas de aeronaves.

No que diz respeito à função matemática para os itens politômicos, a Curva Característica do Item (CCI) assume uma distribuição normal para cada uma das categorias de respostas. O conjunto dessas categorias é definido como Curva de Resposta à Categoria (CRC), porém assumiremos o nome de CCI para todas as distribuições para simplificações. Abaixo segue a Figura 2.11 que mostra quatro exemplos de CCI para itens diferentes em um teste.



**Figura 2.11** - Exemplos de Curva Característica do Item – CCI - para quatro itens de um teste, para uma determinada habilidade medida.

Fonte: Andrade, Tavares, Valle, 2000.

Para os itens 1 e 2, cada categoria de resposta está com seus níveis de dificuldade de discriminação bem definidos, sendo possível observar o ponto em que o respondente de maior habilidade irá optar pela categoria de resposta acima da anterior. No item 3 é possível observar que a categoria de resposta  $P_2$ , considerada a terceira categoria para o teste em questão, não há uma boa representação, pois é mais provável que o respondente opte ou pela  $P_1$  ou pela  $P_3$ . O item 4 apresenta uma diferenciação pequena entre as categorias.

Por fim, finalizado o capítulo referente à revisão bibliográfica, onde se buscou ressaltar, resumidamente, os principais e mais atuais estudos relacionados à pesquisa, passa-se a descrever a metodologia aplicada no desenvolvimento do presente trabalho.

### 3 METODOLOGIA

Neste capítulo, será detalhada a metodologia de trabalho para determinar o incômodo associado ao ruído aeronáutico nos bairros Carianos, Ressacada e Campeche, no município de Florianópolis –SC. O método utilizou como base as modelagens de mapas estratégicos de ruído e avaliação do incômodo sonoro por meio de dados subjetivos analisados pela Teoria da Resposta ao Item (TRI).

A metodologia foi dividida em três etapas: teórica, empírica e analítica. Na teórica constam as atividades necessárias para a obtenção da área afetada, para o cálculo da população afetada e para a construção do instrumento de coleta de dados.

A fase empírica se constitui do planejamento para aplicação do questionário, antecessora à etapa analítica que realiza a análise dos resultados para a obtenção do grau de incomodo associado ao ruído aeronáutico.

Para a determinação da população exposta e aplicação do questionário nos bairros Carianos, Ressacada e Campeche, foi utilizada a base de dados fornecida por Aponte Gayon (2016). Os mapas estratégicos de ruído foram simulados no *software* INM, elaborados para a métrica  $L_{dn}$ . Concomitante a isso, foram utilizados os dados censitários do IBGE e auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A utilização da TRI foi realizada a partir da construção de um questionário aplicado em duas modalidades de entrevista, a primeira foi do tipo presencial (*face-to-face*), e a segunda *on-line*, em que foi disponibilizada uma plataforma para os indivíduos responderem ao mesmo questionário aplicado na primeira etapa. O *link* para acesso foi disponibilizado em redes sociais, *e-mail* e, no caso do bairro Carianos, contou com a ajuda da Associação de Moradores – AMOCAR – que disponibilizou o link em sua página na *internet*. Para delimitação geográfica da amostra, no caso do questionário disponibilizado *on-line*, utilizou-se o CEP (Código de Endereçamento Postal).

A metodologia então foi dividida em etapas, como consta na Tabela 3.1, detalhada a seguir.

**Tabela 3.1** - Etapas da metodologia para obtenção do grau de incômodo

<b>Etapa 1</b> - Aeroporto	I. Caracterizar o aeroporto objeto de estudo II. Obter os dados operacionais disponíveis
<b>Etapa 2</b> – Mapas Acústicos	I. Obter curvas de contorno de ruído simuladas <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaborar mapas acústicos</li> <li>• Escolha das métricas utilizadas</li> <li>• Obtenção da área afetada pelo ruído</li> </ul>
<b>Etapa 3</b> – Cálculo da população afetada	I. Obter dados censitários do IBGE II. Determinar da população afetada III. Calcular da população exposta ao ruído
<b>Etapa 4</b> - Questionário	I. Determinar as facetas que compõe o incômodo II. Elaborar o questionário III. Aplicar o questionário IV. Organizar o banco de dados
<b>Etapa 5</b> – Análise TRI	I. Filtrar o banco de dados obtidos <i>on-line</i> pelo CEP II. Unir o banco de dados <i>on-line</i> , após realizar a filtragem, com o obtido <i>face-to-face</i> III. Analisar a amostra pela TRI IV. Obter o grau de pessoas incomodadas com o ruído aeronáutico

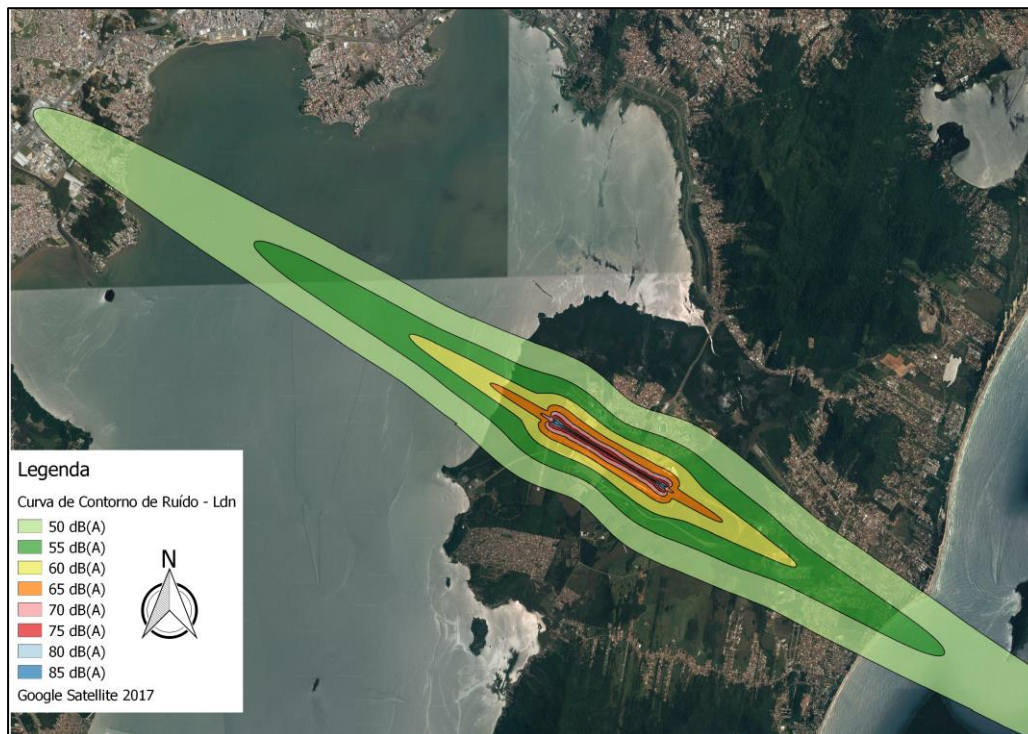
Fonte: elaborado pela autora.

### 3.1 Metodologia para obtenção da área afetada pelo ruído aeronáutico a partir de mapas acústicos e delimitação da região objeto da coleta de dados

Foram realizadas as simulações necessárias para a elaboração das curvas de ruído na métrica  $L_{dn}$ . Após essas simulações, o *output* gerado pelo INM foi exportado, em formato *shape*, para o QGIS (*software SIG*), utilizado para elaboração dos mapas acústicos.

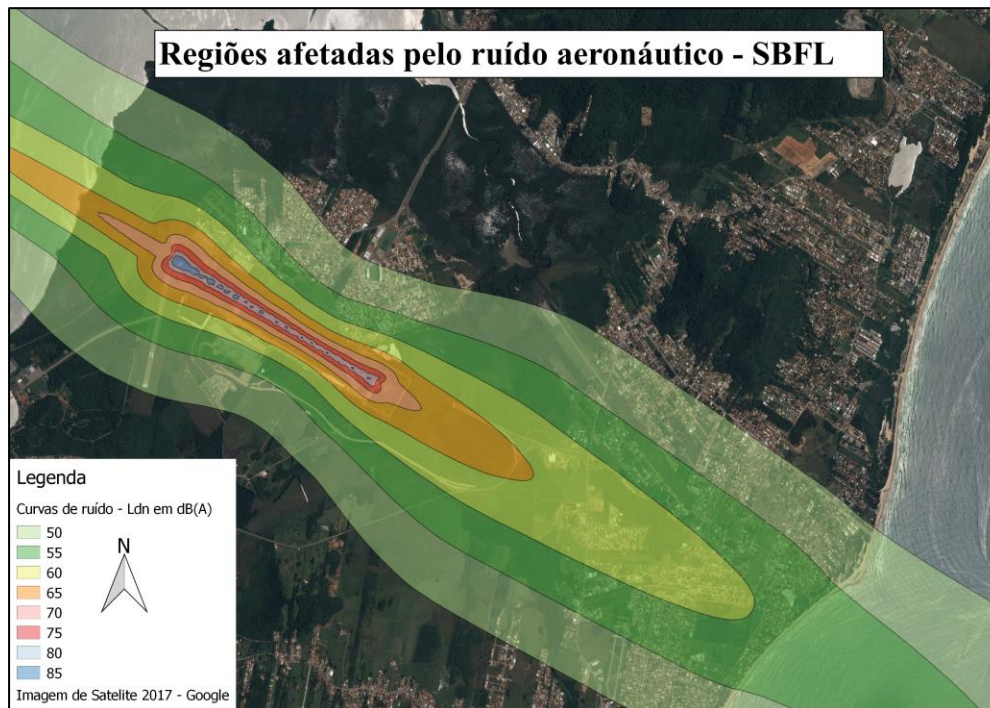
A Figura 3.1 apresenta um mapa estratégico de ruído com as curvas de contorno de ruído simuladas no *software* INM. É possível observar as regiões afetadas pelo ruído aeronáutico do Aeroporto Internacional Hercílio Luz, Florianópolis – SC. As curvas de contorno de ruído são apresentadas na métrica  $L_{dn}$ , de 50 dB(A) a 85 dB(A).

Considerando que o escopo desta pesquisa consiste na aplicação do questionário apenas nas regiões vizinhas ao aeroporto Hercílio Luz, foi elaborado um mapa no qual se delimitou essas regiões, sobreposto das curvas de contorno de ruído descritas acima, conforme Figura 3.2.



**Figura 3.1** – Mapa das curvas de ruído pela métrica  $L_{dn}$  com imagem de satélite.  
Fonte: elaborado pela autora.

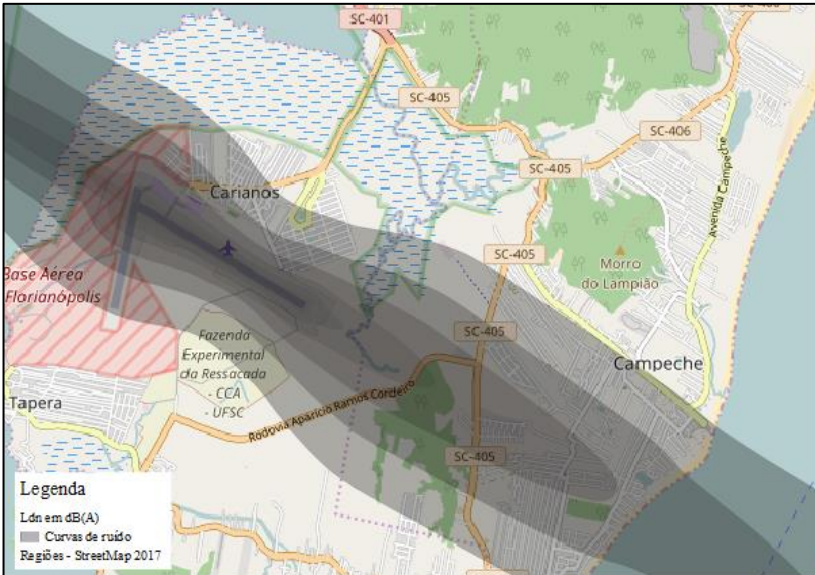




**Figura 3.2** – Mapa das regiões circunvizinhas ao aeroporto Hercílio Luz, onde o questionário foi aplicado e curvas de ruído na métrica  $L_{dn}$ .

Fonte: elaborado pela autora.

Assim, definiu-se por aplicar o instrumento de coleta de dados em um primeiro momento nos bairros Carianos, Ressacada e Campeche. Para a imagem do *StreetMap 2017*, o bairro Ressacada não possui seu nome discriminado, porém este se encontra ao lado do bairro Carianos. Na Figura 3.3 é possível observar, de forma detalhada, os bairros selecionados para a aplicação, a localização do aeroporto Hercílio Luz e a abrangência das curvas de ruído aeronáutico na métrica  $L_{dn}$ .



**Figura 3.3** – Mapa de localização dos bairros afetados pelo ruído aeronáutico e aeroporto Hercílio Luz, com as curvas de ruído.

Fonte: elaborado pela autora.

### 3.2 Metodologia para a determinação da população afetada

Nesta seção será abordada a metodologia utilizada para o cálculo da população circunvizinha ao aeroporto Hercílio Luz, que é afetada pelo ruído aeronáutico, por meio das curvas de contorno de ruído simulados no *software* INM 7.0d.

Essas curvas de contorno de ruído foram simuladas juntamente com o Grupo de Pesquisa em Acústica Ambiental e Poluição Atmosférica do Centro Universitário de Brasília (UnICEUB). Os dados de entrada foram obtidos do estudo elaborado por Aponte Gayon (2016)

no centro de pesquisa do Laboratório de Vibrações e Acústica (LVA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A metodologia para o cálculo da população exposta ao ruído aeronáutico foi baseada no método indicado pela Agência Portuguesa do Ambiente - APA (2011) que utiliza mapas acústicos, abordada por Carvalho Jr. et al (2016). Foram calculadas as populações expostas na métrica  $L_{dn}$ . Para esse cálculo foram utilizados os seguintes *softwares* e base de dados:

- (1) *Software* QGIS versão 2.18;
- (2) *Software* Pacote Office: Plataforma Excel;
- (3) Dados geométricos das subsecções estatísticas dos Setores Censitários, em formato shape (shp) e informação para cada subsecção estatística (dados do Censo 2010, IBGE);
- (4) Dados geométricos dos mapas acústicos para o indicador acústico  $L_{dn}$  em formato shape (shp);
- (5) Extração de dados populacionais dos arquivos, em formato shape (shp);
- (6) Manual descritivo do Censo 2010 do IBGE.

Segundo Carvalho Jr (2015) e Carvalho Jr et al (2016), primeiramente, as curvas de ruído geradas no INM 7.0d devem ser sobrepostas com a camada de base censitária. Em seguida, são criados arquivos em separado para cada curva de ruído e procede-se à intersecção de cada um dos arquivos das curvas de ruído com a base de dados censitária. Para tanto, deve-se selecionar no QGIS os menus *Vetor > Geoprocessar > Intersecção* para obter um novo arquivo que possui a relação entre o nível de ruído de cada curva e o respectivo dado censitário.

Após esses primeiros procedimentos, deve-se identificar os códigos censitários na planilha do IBGE que indica o número total de moradores por setor censitário. Sendo assim, de posse do código censitário, do valor do indicador  $L_{DN}$  e com o total populacional calculado para cada código censitário, foi realizado o cálculo da população exposta por curva de ruído e por bairro.

Para evitar superestimação dos dados de população em virtude das intersecções que poderiam atribuir valores iguais para áreas entre duas ou mais curvas de ruído, houve a necessidade de calcular a população total de toda a área de abrangência da maior curva de ruído e subtrair dos resultados obtidos, individualmente, de cada curva. Dessa forma, foi possível identificar o valor calculado acima do total e, assim, obter o percentual superestimado. Cabe destacar que essa metodologia é

indicada para quando as curvas de ruído são grandes, como no caso do ruído aeronáutico, e englobam vários setores censitários no seu interior (CARVALHO Jr, 2015; CARVALHO Jr et al, 2016).

Todavia, existe o caso onde as curvas de ruído estão muito próximas umas das outras, ou seja, mais estreitas. Nessa situação, poucos setores censitários são atravessados por várias dessas curvas. Desse modo, deve-se selecionar cada setor censitário, individualmente, e realizar a contagem das habitações no interior de cada curva, atentando-se para a identificação das fachadas mais expostas. Após esse procedimento, multiplica-se o número de habitações, por curva de ruído, pelo valor da média do número de moradores por domicílios, estimados para o setor censitário em análise (CARVALHO Jr, 2015; CARVALHO Jr et al, 2016).

### **3.3 Metodologia para elaboração do questionário**

Neste tópico será detalhada a metodologia utilizada para a elaboração da ferramenta para medição do grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico, objeto de estudo. A fundamentação utilizada para a construção do questionário foi baseada em normas da psicometria, pesquisas relacionadas a ruídos, bem como suas normas e leis vigentes, além de estudos relacionados ao incômodo e suas implicações nos seres humanos. Os indicadores para composição do traço latente, o grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico, foram descritos detalhadamente na seção 0. A partir da determinação desses indicadores, chamados de facetas, foram elaboradas as perguntas que irão compor o questionário. Cabe, primeiramente, apresentar a Tabela 3.2 que demonstra, de forma objetiva, a composição do instrumento em relação às facetas e às perguntas.

**Tabela 3.2** – Descrição das facetas e respectivas perguntas que compõem o questionário a ser aplicado.

<b>Facetas</b>	<b>Perguntas</b>
<b>Mudança no comportamento cotidiano</b>	Faz com que você feche a(as) janela(s)?
	Faz com que você coloque legenda, quando assistindo televisão, devido à dificuldade de ouvi-la?
	Faz com que você aumente o volume, quando ouvindo música?
	Faz com que você aumente o volume da televisão?
	Faz com que você peça para a pessoa repetir o que está falando?
	Faz com que você interrompa uma conversa?
	Faz com que você fale mais alto quando em uma conversação?
	Já reclamou ou já pensou em reclamar para as autoridades?
<b>Sensibilidade</b>	Se sente incomodado por qualquer ruído de forma geral?
	Se sente incomodado (a) pelo ruído aeronáutico?
	Incomoda no período diurno (07h -22h)?
	Incomoda no período noturno (22h – 07h)?
<b>Mudanças nas atitudes sociais ou humor</b>	Sente que, ultimamente, tem estado estressado ou irritado?
	Pensa em se mudar para outro bairro/cidade por causa do ruído aeronáutico?
<b>Qualidade do sono</b>	Tem a sensação de não ter dormido bem durante a noite?
	Faz com que você tenha dificuldade em relaxar ou descansar?
	Faz com que você acorde durante a noite?
	Faz com que você demore a dormir ou tenha insônia?
<b>Medo/ Sentimento de Impotência</b>	Tem medo de que possa acontecer acidentes aéreos perto da sua residência por causa da proximidade ao aeroporto?
	Fica apreensivo(a) quando uma aeronave está sobrevoando sua residência?
	Pensa que as autoridades não vão procurar meios de diminuir o ruído?
	Sente que não há nada que você possa fazer para redução do ruído aeronáutico?
	Pensa que tem a possibilidade do ruído piorar com o passar do tempo?
<b>Falta de concentração</b>	Faz com que você se esqueça do que estava fazendo?
	Faz com que você tenha dificuldade de se concentrar ao ler ou estudar?
	Faz com que práticas religiosas ou meditação se tornem difíceis de se realizar, devido à falta de concentração?

<b>Efeitos adversos à saúde</b>	Você toma remédio para dormir?
	Sente que perdeu a audição com o passar do tempo?
	Toma remédio para hipertensão?
	Se sente preocupado com a saúde de seus familiares por causa do ruído aeronáutico?

Fonte: elaborado pela autora.

Para as seleções de resposta, optou por utilizar a escala de medida verbal, por ser considerada mais clara, proporcionando uma comunicação mais efetiva (ISO, 2003). Os participantes deveriam responder ao questionário escolhendo a situação que mais se assemelhasse ao seu estado/sentimento em relação à determinada situação descrita no item, em uma escala *Likert* de cinco pontos, com os limites: Nunca, caso o indivíduo discorde fortemente e Sempre, caso concorde fortemente (PASQUALI, 1997; ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000; ISO, 2003).

Como descrito na seção anterior, o questionário elaborado (ver APÊNDICE A) contém perguntas sobre incômodo percebido, interferências nas atividades cotidianas, irritabilidade e qualidade do sono, além de dados pessoais. O instrumento de coleta de dados foi dividido em três seções, todas elas com cabeçalho explicativo para o indivíduo. A Seção I solicita que o respondente se posicione diante aos fatos quanto à sua percepção sobre determinada situação. Ela é composta de 11 perguntas. Essa seção abrange perguntas das facetas “Sensibilidade”, “Mudanças no comportamento cotidiano”, “Mudanças nas atitudes sociais ou humor”, “Qualidade do sono” e “Medo/Sentimento de Impotência”.

A Seção II, composta por 15 itens, solicita ao respondente que se posicione de acordo com determinada situação imposta. Ela descreve uma sequência de itens que possui o mesmo cabeçalho. O respondente deve marcar a opção em que mais se assemelha a seu estado emocional e/ou sua reação àquele evento descrito. Esta seção abrange as facetas “Sensibilidade”, “Mudanças no comportamento cotidiano” e “Falta de concentração”.

A última seção do questionário, Seção III, foi desenvolvida para coletar dados para caracterização pessoal, dados residenciais e dados sobre a saúde do respondente (faceta “Efeitos adversos à saúde”). Ela totaliza 10 perguntas, abertas ou de múltipla escolha, que não servem para entrar na análise estatística do grau de incômodo, porém ela servirá para traçar o perfil do respondente. Esta seção é importante para os casos dos testes *on-line*, em que é solicitado o CEP do respondente, de

forma que possa ser excluído do banco de dados àquele que não estiver dentro das curvas de ruído em  $L_{dn}$  (CARVALHO Jr, 2015). Abaixo segue a Figura 3.4, que explica o processo de obtenção do banco de dados para os testes *on-line*.



**Figura 3.4** - Modelo explicativo de obtenção do banco de dados por CEP dos testes *on-line*.

Fonte: Elaborado pela autora.

Concluída a etapa de elaboração do instrumento de coleta de dados, este segue para sua primeira aplicação e análise, chamada de pré-teste, abordado na próxima seção.

### 3.4 Pré-teste

Na TRI, a aplicação do pré-teste é chamado de calibração do constructo. O teste é aplicado para uma parcela da população a ser estudada, visando sua validade, fidedignidade e, para a pesquisa em questão, unidimensionalidade. É na aplicação do pré-teste em que se verificam possíveis falhas do constructo (ANDRADE, TAVARES, VALLE, 2000; CARVALHO Jr, 2015).

Desta forma, depois de redigido o questionário e aprovado por especialistas da área, o pré-teste foi aplicado. Além de evidenciar possíveis falhas na redação, o pré-teste também busca eliminar questões que estejam possivelmente sendo analisadas por outro traço latente que não o de interesse.

O pré-teste foi aplicado em uma amostra de 50 pessoas. Em média os respondentes demoraram de cinco a dez minutos para conclusão do questionário. De acordo com os respondentes, o instrumento foi de fácil compreensão. Algumas questões não calibraram adequadamente, porém optou-se pela não retirada delas do questionário visto o tamanho da amostra do pré-teste, podendo elas, não terem calibrado devido ao baixo número de respostas para as diferentes categorias. Desta forma, as questões continuaram no questionário a ser aplicado na população total.

### 3.5 Etapa Empírica

Esta etapa é a parte antecessora às análises das respostas do questionário. Primeiramente buscou-se delimitar o local de aplicação do questionário, utilizando como base os dados fornecidos por Aponte Gayon (2016) para a elaboração de mapas acústicos. Posteriormente, foi realizado o planejamento de aplicação do instrumento para a população exposta ao ruído, residente dos locais delimitados.

#### 3.5.1 Planejamento e aplicação da coleta de dados

Com a finalidade de atingir um maior número de respondentes, optou-se por aplicar o questionário em duas modalidades, uma *on-line* e outra *face-to-face*. A primeira etapa foi disponibilizada em redes sociais com o auxílio da associação de moradores, no caso do bairro Carianos. O questionário foi disponibilizado pelo *software SurveyMonkey*, para questionários *on-line*. Após o cadastro do teste no *software*, um *link* é criado, sendo possível a divulgação do teste utilizando este *link*.

A segunda etapa é a de entrevista pessoal (*face-to-face*). Foram determinadas previamente as áreas afetadas pelo ruído. Com o endereço e GPS, a pesquisadora, juntamente com uma equipe formada por estudantes de graduação de Fonoaudiologia da UFSC foram ao local, buscando respondentes de residência em residência (podendo até ser dois ou mais por residência desde que os respondentes não fossem entrevistados juntos e não tomassem conhecimento da resposta do outro) para aplicar o questionário.

A população foi composta de 300 residentes que concordaram em participar da pesquisa. Para a coleta de dados, os critérios de seleção foram: (a) pessoas entre 18 a 80 anos; (b) pessoas que moravam no local a 12 meses ou mais (segundo as recomendações da ISO 15666/2003); (c) local de residência (excluindo comércios locais, hospitais e escolas).



As duas etapas foram executadas simultaneamente, no período de setembro a novembro de 2016.

### 3.6 Etapa Analítica

Esta etapa envolveu o tratamento dos dados, e foi composto pelas seguintes atividades e/ou análises: caracterização da amostra populacional, análise da dimensionalidade, validade, fidedignidade, estimação do parâmetro dos itens e do grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico. Os resultados desta etapa serão apresentados e discutidos no próximo capítulo desta dissertação.

#### 3.6.1 Caracterização da amostra populacional

Para conhecer as características da população respondente foram solicitadas algumas informações como: sexo, idade e escolaridade. Esta etapa, no questionário, corresponde à Seção III, APÊNDICE A. Além disso, foram investigadas questões relacionadas à saúde do respondente, que corresponde à faceta “Efeitos adversos à saúde”, pois esta não é passível de ser mensurada conforme as demais, mas é importante para caracterização do respondente.

A caracterização da amostra e os dados referentes à saúde pessoal foram analisadas de forma descritiva por meio de tabelas e gráficos.

Também, nessa etapa do questionário, foram solicitadas questões relacionadas à moradia do respondente, como o CEP, o tipo de residência (apartamento, casa com 1 pavimento ou casa com 2 ou mais pavimentos) e se a residência provia de algum isolamento acústico.

#### 3.6.2 Validação e Fidedignidade

Segundo Erthal (2003) as etapas de validação e de fidedignidade de um teste ou instrumento são dois conceitos intimamente relacionados que determinam a eficiência dele.

Essa etapa contou com a obtenção do coeficiente *alfa* ( $\alpha$ ) de Cronbach (1951) que é uma função que depende do tamanho do teste, da variância de cada item e da variância do escore total observado. É dada por:

$$\alpha = \frac{J}{J-1} \left( 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right) \quad (3.1)$$

Sendo:  $\sum s_i^2$  o total das variâncias dos  $J$  itens e  $\dot{s}_i^2$  a variância total dos escores do teste.

O coeficiente *alfa de Cronbach* foi obtido com auxílio do *software* R 3.3.3. Similar a esse coeficiente, no *software* Multilog é o Índice de Confiabilidade Marginal.

### 3.6.3 Dimensionalidade

A dimensionalidade do traço latente grau de incômodo foi verificada por meio da análise fatorial sobre a matriz de correlação policórica, realizada com auxílio do *software* R 3.3.3, pacote *psych* (REVELLE, 2012), e análise fatorial *full information* (de informação completa) baseada em modelos de TRI, o pacote *mirt* (CHALMERS, 2012).

### 3.6.4 Análise dos itens e construção da escala

Os itens foram analisados e selecionados pela estimação de seus parâmetros, empregando-se o Modelo de Resposta Gradual de Samejima (MRG) da TRI. Para tanto, foi utilizado o *software* Multilog, indicado para tratar dados politômicos (i.e. itens com mais de duas categorias de resposta).

Além de calcular os parâmetros e o *score* dos indivíduos participantes, o Multilog fornece gráficos para elucidar os resultados encontrados, como Curva Característica do Item, Curva de Informação do Instrumento, medida do erro padrão ao longo da escala, e Índice de Confiabilidade Marginal (ver seção 2.6 para detalhes destas curvas).

Primeiramente, faz-se a estimação dos parâmetros dos itens, etapa também conhecida como calibração, que consiste na estimação dos parâmetros por meio da aplicação do Método da Máxima Verossimilhança Marginal, que é uma análise de convergência dos dados pelo número de ciclos necessários, e na estimação do traço latente por meio da aplicação do Método Bayesiano (ANDRADE; TAVARES; VALLE, 2000).

Em seguida, depois da estimação, é possível fazer a construção da escala. Este método baseia-se na identificação dos níveis âncora e itens âncora.

Segundo Andrade, Tavares e Valle (2000) e Beaton e Allen (1999), níveis âncora são um conjunto de itens âncora, passíveis de serem interpretados na escala. Os itens âncora, para itens politômicos,

são itens selecionados, segundo dois critérios, para cada um dos níveis âncora.

1. O parâmetro  $a$  do item deve ser  $\geq 1$  e
2.  $P(U = 1/0 = Z) \geq 0,60$ .

Em outras palavras, uma categoria de resposta de um item foi considerada âncora se foi respondida por grande parte dos indivíduos (pelo menos 60%).

Completada a etapa de definição dos itens âncoras, é realizada a construção da escala de medida. Ante a isso, os modelos politômicos apresentam uma diferença com relação aos dicotômicos: a falta de literatura quanto a dividir e interpretar a escala. Para a pesquisa foi considerado o modelo proposto por Hair (2005) e utilizado por Barros (2016) em que foram realizados agrupamentos hierárquicos. Essa técnica conta com a classificação dos indivíduos em grupos semelhantes. Para isso foi utilizado o *software* R 3.3.3 pelo método *cluster* obtendo o gráfico de dendograma.

## 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão abordados os resultados e suas respectivas análises, seguindo as etapas conforme descritas no capítulo anterior, Metodologia. Primeiro será abordada a caracterização do aeroporto objeto de estudo. Em seguida serão abordadas as Curvas de Contorno de Ruído (CCR) simuladas, que proporcionaram a obtenção da população afetada pelo ruído aeronáutico. Em terceiro será abordada a caracterização da população amostral respondente, de acordo com suas características sócio-demográficas. E, por fim, a quarta etapa é a análise de todo o questionário, seguido das análises dos itens em separado, todas elas utilizando a TRI.

### 4.1 Caracterização do Aeroporto

Neste estudo foi considerado o Aeroporto Internacional de Florianópolis, cuja sigla ICAO (*International Civil Aviation Organization*) é SBFL. O Centro de Gerenciamento de Navegação Aérea (CGNA) elabora anualmente um documento chamado Anuário Estatístico de Tráfego Aéreo, que compõe um acervo de dados estatísticos acerca dos aeroportos brasileiros. Como em fase de transição administrativa, essas informações são consequentes e cedidas pela INFRAERO (2013).

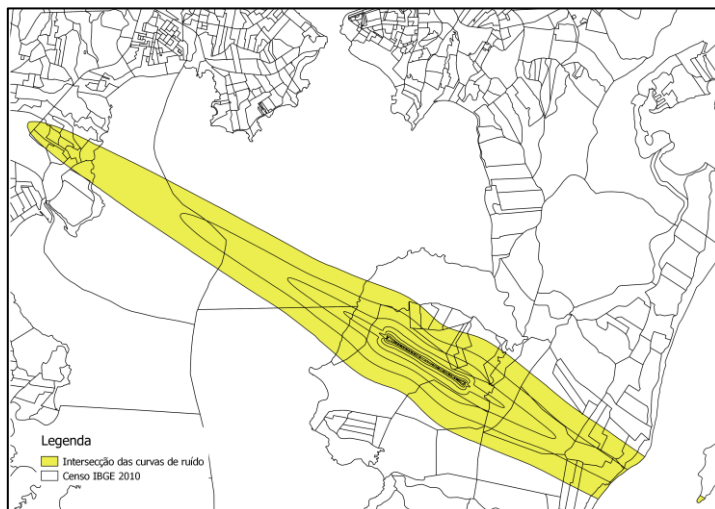
O Anuário referente ao ano de 2015, versão mais recente, afirma que o SBFL possuiu, para o ano em questão, uma frota de operações totais de 55.789 distribuídos entre pouso, decolagem e cruzamento, sendo o 18º aeroporto do Brasil em termos de frota. A aviação comercial (de passageiros e carga) detém 59% desta frota anual. No verão, há um aumento de voos internacionais oriundos da Argentina, Chile e Uruguai, além de voos domésticos.

O aeroporto SBFL possui duas pistas para pouso e decolagem, a 03/21 e a 14/32. Porém, a pista 14/32 é a única atualmente utilizada para as operações aéreas. A pista 14/32 tem um comprimento de 2300 m e uma largura de 45 m.

### 4.2 População exposta ao ruído aeronáutico

A população exposta ao ruído aeronáutico foi calculada conforme o método descrito na seção 3.2. Foi selecionada a área de abrangência de acordo com a Curva de Contorno de Ruído (CCR) de  $L_{dn} = 50$  dB(A). Em seguida é feito a intersecção desta curva com os dados obtidos da

base censitária do IBGE de 2010 com auxílio do *software* QGIS. A Figura 4.1 mostra essa interseção das curvas de ruído com os dados censitários do IBGE a partir da curva de contorno de ruído de  $L_{DN}$  50 dB(A) até a curva de contorno de ruído de  $L_{dn}$  85 dB(A), com intervalos de 5 em 5 dB(A).



**Figura 4.1** - Interseção das curvas de ruído com a base censitária do censo IBGE 2010.

Fonte: Elaborado pela autora, base de dados Aponte Gayon (2016).

Todos os setores censitários expostos ao ruído, de acordo com o censo do IBGE de 2010, separados para cada curva de ruído, depois de realizada a interseção estão apresentados na Tabela 4.1. Vale ressaltar que, num primeiro momento, a pesquisa buscou analisar apenas os bairros afetados pelo ruído aeronáutico que se encontram vizinhos ao aeroporto e não todos os bairros afetados pelo ruído, sendo eles Carianos, Ressacada e Campeche.

Essa decisão da escolha dos bairros deve-se ao fato da extensão da pesquisa *versus* tempo, bem como por se tratarem dos bairros mais afetados pelo ruído, de acordo com as Curvas de Contorno de Ruído simuladas.

**Tabela 4.1** – Nomes dos setores censitários, de acordo com censo IBGE 2010 para cada curva de ruído.

<b>Município</b>	<b>Distrito Censitário</b>	<b>Setores Censitários</b>	<b>Curvas de ruído</b>
Florianópolis	Florianópolis	Centro	L <sub>DN</sub> 50
	Campeche	Campeche Leste	
		Autódromo	
		Moenda	
	Ribeirão da Ilha	Campeche Sul	
		Campeche Central	
Carianos			
São José	Centro Histórico	Ressacada	L <sub>DN</sub> 50
		Base Aérea	
		Fazenda Sto Antonio	
		Distrito Industrial Ponta de Baixo	
Florianópolis	Florianópolis	Centro	L <sub>DN</sub> 55
	Campeche	Campeche Leste	
		Autódromo	
		Moenda	
	Ribeirão da Ilha	Campeche Sul	
		Campeche Central	
Carianos			
São José	Centro Histórico	Ressacada	L <sub>DN</sub> 55
		Base Aérea	
Florianópolis	Florianópolis	Centro	L <sub>DN</sub> 60
	Campeche	Autódromo	
		Campeche	
		Carianos	
	Ribeirão da Ilha	Ressacada	
		Base Aérea	
Florianópolis	Campeche	Campeche	L <sub>DN</sub> 65
	Ribeirão da Ilha	Carianos	
		Ressacada	
		Base Aérea	

Fonte: Elaborado pela autora.

Para o cálculo da população exposta ao ruído, para cada curva de ruído, foram selecionados apenas os dados dos bairros objetos de estudo.

Foram identificados os códigos censitários dos bairros existentes para cada curva. Com isso, foi possível determinar a população total no interior das curvas. Primeiramente, obtém-se o valor total de pessoas e, em seguida, subtrai-se do valor para cada  $L_{DN}$ , começando a partir da curva de 50 dB(A). A Tabela 4.2 mostra o resultado dessa determinação.

Não foram observados dados populacionais para as curvas a partir de  $L_{DN}$  70 a 85 dB(A), pois elas se encontram no interior do sítio aeroportuário e não abrangem residências.

As curvas de  $L_{DN}$  60 e 65 dB(A) são mais estreitas e não abrangem muitos moradores dos bairros. As curvas que afetam um maior número populacional são as de  $L_{DN}$  50 e 55 dB(A).

**Tabela 4.2 - População exposta ao ruído aeronáutico para cada curva de ruído.**

<b>Curva de Ruído – dB(A)</b>	<b>População exposta</b>
$L_{DN}$ 50	1507
$L_{DN}$ 55	3320
$L_{DN}$ 60	633
$L_{DN}$ 65	1133
<b>TOTAL</b>	<b>6593</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Para evitar dados superestimados, faz-se o comparativo entre os dados cedidos pelo governo e o obtido no estudo. Para o estudo de Carvalho Jr (2016) foi realizado um procedimento de correção dos dados estimados utilizando os dados obtidos pelo estudo do governo PDAD. Porém, como não foi disponibilizado dados similares ao PDAD para Florianópolis, o presente estudo se baseou, para essa comparação, na estimativa populacional total do Censo de 2010 do IBGE. Esse comparativo pode ser observado na Tabela 4.3.

**Tabela 4.3 – Comparativo da população total estimada por bairro de acordo com o Censo IBGE 2010 e população total obtida por bairro, pelo método utilizado.**

<b>Bairro</b>	<b>População Total Censo 2010*</b>	<b>População total obtida</b>
<b>Carianos</b>	4651	1639
<b>Ressacada</b>	3066	979
<b>Campeche</b>	12404	3975
<b>TOTAL</b>	<b>20121</b>	<b>6593</b>

Fonte: Elaborado pela autora. \*População total estimada pelo Censo IBGE 2010.

Segundo Carvalho Jr et al (2016), a superestimação é corrigida da seguinte forma:

1. Primeiro, subtrai-se o valor populacional total estimado pelo Censo do IBGE de 2010 para os bairros (20121) pelo total obtido (6593) pela intersecção, que corresponde a 13528 habitantes.
2. O percentual superestimado foi de 67,23% (13528/20121). Faz-se então a redução desse percentual de cada dado populacional para cada curva de contorno de ruído obtida, conforme Tabela 4.4. O total populacional exposto ao ruído é de 4433 habitantes.

**Tabela 4.4** – Correção da superestimação da população exposta ao ruído para cada curva de contorno de ruído.

<b>Curva de Ruído</b>	<b>População exposta (hab)</b>	<b>Correção (hab)</b>
L <sub>DN</sub> 50	1507	1013
L <sub>DN</sub> 55	3320	2232
L <sub>DN</sub> 60	633	426
L <sub>DN</sub> 65	1133	762
<b>TOTAL (hab)</b>	<b>6593</b>	<b>4433</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

A população exposta ao ruído, por bairro, em porcentagem é apresentada pela Figura 4.2. Como era de se esperar, o bairro mais afetado pelo ruído aeronáutico é o Campeche, pois ele se encontra embaixo da rota de operações de pouso e decolagem. Em segundo, o bairro Carianos, que se encontra ao lado do aeroporto.



**Figura 4.2** – Percentual da população exposta ao ruído por bairro.

Fonte: Elaborado pela autora.



### 4.3 Caracterização da amostra populacional respondente

Neste tópico são abordados os dados referentes à Seção III do questionário (ver APÊNDICE A), em que são solicitadas informações para a caracterização do respondente.

A primeira parte da Seção III do questionário buscou-se obter respostas quanto ao sexo, idade, escolarização, tipo de residência e se esta possui tratamento acústico. A Tabela 4.5 apresenta a caracterização da amostra no que diz respeito ao sexo. Apesar de o questionário afirmar que as informações são para fins acadêmicos, sem haver qualquer exposição do indivíduo, algumas pessoas não se sentiram confortáveis para se classificar, necessitando da criação da coluna “Em branco”. Para o estudo, a proporção entre homens e mulheres é de 40% e 56,33%, respectivamente. Em branco totaliza-se 3%.

**Tabela 4.5** – Caracterização dos respondentes referente ao sexo, por meio de obtenção de dados, total amostral e percentual correspondente.

<b>Meio de obtenção de dados</b>	<b>Masculino</b>	<b>Feminino</b>	<b>Em branco</b>	<b>TOTAL</b>
<i>On-line</i>	49	95	10	<b>154</b>
<i>Face-to-face</i>	72	74	0	<b>146</b>
<b>TOTAL</b>	<b>121</b>	<b>169</b>	<b>10</b>	<b>300</b>
<b>Percentual</b>	<b>40%</b>	<b>56,33%</b>	<b>3%</b>	

Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 4.6 apresenta as idades máxima, mínima e média da amostra. A idade mínima foi de 18 anos, e a máxima de 80 anos. A média das idades foi de aproximadamente 39 anos, caracterizando a amostra como adulta. Assim como descrito acima, de 300 respondentes, 13 não se sentiram confortáveis a dizer a idade, totalizando 4,33% da amostra total.

**Tabela 4.6** – Caracterização dos respondentes quanto à idade.

<b>Idade</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>	<b>Média</b>	<b>Em branco</b>
	18 anos	80 anos	39,66 anos	13

Fonte: Elaborado pela autora.

Sabe-se que o traço latente do estudo é o grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico dentro da residência do indivíduo que reside nas proximidades do aeroporto Hercílio Luz. Desta forma, constatou-se ser imprescindível questionar se a residência possuía ou

não isolamento acústico. A Tabela 4.7 apresenta a caracterização residencial segundo o isolamento acústico. Dos respondentes, 4% não souberam opinar.

**Tabela 4.7** – Caracterização segundo o isolamento acústico residencial.

<b>Pergunta</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>	<b>Em branco</b>
Sua residência possui algum tipo de tratamento acústico?	10	278	12
<b>Percentual</b>	<b>3,33%</b>	<b>92,66%</b>	<b>4%</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

A segunda etapa da Seção III do questionário corresponde às perguntas relacionadas à faceta “Efeitos adversos à saúde”. Como o foco da pesquisa não foi relacionar os problemas de saúde à presença de ruído aeronáutico, não se pode afirmar a relação entre eles e o ruído. Porém, foi observado que há uma relação entre o grau de incômodo e os efeitos negativos na saúde por causa do ruído, sendo necessária a abordagem dessa faceta na pesquisa. Essa justificativa é abordada detalhadamente na seção 2.4.3.7 desta dissertação.

A Tabela 4.8 apresenta a caracterização da amostra populacional estudada segundo aos efeitos negativos à saúde, percebido pelo próprio respondente. Do total, 14% diz sentir uma perda auditiva e aproximadamente 18% sente-se preocupado com a saúde de seus familiares por causa do ruído aeronáutico. Não foram observadas diferenças de respostas para os respondentes da entrevista pessoal (*face-to-face*) e *on-line*, para essa parte do questionário (seção III).

**Tabela 4.8** – Caracterização referente à faceta “Efeitos adversos à saúde”.

<b>Pergunta</b>	<b>Sim</b>	<b>Percentual</b>	<b>Não</b>	<b>Percentual</b>
Toma remédio para dormir?	14	<b>4,67%</b>	286	<b>95,33%</b>
Sente que perdeu a audição com o passar do tempo?	42	<b>14%</b>	258	<b>86%</b>
Toma remédio para hipertensão?	32	<b>10,67%</b>	268	<b>89,33%</b>
Se sente preocupado(a) com a saúde de seus familiares por causa do ruído aeronáutico?	55	<b>18,33%</b>	245	<b>81,67%</b>

Fonte: Elaborado pela autora.

Em seguida, é abordada a análise do instrumento pela Teoria de Resposta ao Item, abordando de forma detalhada os processos para obtenção dos dados e discussão.

## 4.4 Análise do instrumento de coleta de dados

Nesta etapa, será abordada a análise estatística do questionário aplicado para a amostra populacional descrita no tópico anterior. Conforme relatado na seção 3.6, o *software* Multilog 7.0 foi utilizado para a análise estatística do instrumento. A análise dimensional, bem como os gráficos utilizados, foram obtidos pelo *software* R 3.3.3.

### 4.4.1 Análise dos itens

Os itens foram analisados e selecionados pela estimação dos seus parâmetros por meio da TRI, seguindo algumas etapas: análise e seleção dos itens do instrumento; curva de informação do instrumento; itens eliminados do instrumento; índice de confiabilidade; construção da escala e localização dos respondentes na escala. Os dados foram analisados por meio do *software* Multilog, adequado para tratar dados politômicos.

Inicialmente o questionário era composto de 26 itens, Apêndice A, com cinco categorias de resposta, sendo elas: 1= Nunca, 2= Raramente, 3= Às vezes, 4= Frequentemente e 5= Sempre.

No entanto, os itens 7 (pensa que as autoridades vão procurar meios de diminuir o ruído aeronáutico) e 9 (pensa que você pode fazer algo para reduzir o ruído aeronáutico) tiveram suas categorias de resposta invertidas para se ajustarem ao modelo do teste. As categorias de resposta que ficaram invertidas são apresentadas da seguinte forma: 1= Sempre, 2= Frequentemente, 3= Às vezes, 4= Raramente e 5= Nunca. Esta mudança é justificada pelo fato do incômodo aumentar conforme o indivíduo não se sinta amparado pelas autoridades, ou não considera que possa fazer algo para reduzir o ruído.

### 4.4.2 Seleção dos itens e agrupamento das categorias de resposta

O procedimento para seleção dos itens e agrupamento das categorias de resposta foi realizado durante processo de estimação dos parâmetros dos itens, o qual é chamado de calibração. No estudo foram realizadas três calibrações para estimar os seguintes parâmetros: parâmetro de discriminação do item (a) e o parâmetro de dificuldade ou limiar (b), com seus respectivos erros padrão.

Esses parâmetros foram analisados com o objetivo de reter somente os itens com ajuste adequado, ou seja, itens com valores de *standard error* (erro padrão - EP), maiores que os demais (nesse estudo foi adotado valores menores que 1). Valores de erros padrão elevados

indicam que as categorias de resposta não têm informação suficiente. Quanto ao parâmetro de discriminação do item (a), quanto maior for o valor desse parâmetro, maior é o poder de discriminação do item.

Nesse estudo os parâmetros de dificuldade (b) dos itens apresentam-se discriminados para cada categoria de resposta (b1, b2, b3 e b4).

Na fase de calibração fez-se uma análise de convergência dos dados pelo número de ciclos necessários para atingir a estimação dos parâmetros. A falta de convergência pode ser devido a uma amostra pouco representativa de todos os níveis do traço latente, ou pode ser que o conteúdo do item não tenha se ajustado ao modelo.

Na primeira calibração com o total de respondentes (300), em que o questionário com 26 itens foi analisado, houve itens que o erro padrão extrapolava, inviabilizando a análise do questionário. Para a convergência ocorrer, foi necessária a retirada desses itens. Esses itens estão dispostos na Tabela 4.9, em que o erro padrão com valor (\*\*\*) significa que o item não convergiu corretamente. Na Tabela 4.10 estão descritos os itens retirados.

**Tabela 4.9** – Itens do instrumento com problemas de convergência

Itens	a	b1	EP <sub>b1</sub>	b2	EP <sub>b2</sub>	b3	EP <sub>b3</sub>	b4	EP <sub>b4</sub>
<b>I07</b>	0,29	-11,32	***	-8,76	***	-6,06	***	-1,96	3,56
<b>I09</b>	0,20	-18,58	***	-13,42	***	-8,22	***	-4,29	***
<b>I10</b>	0,28	13,54	***	84,28	***	-69,04	***	70,83	***

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 4.10** – Descrição dos itens retirados

Itens	Descrição
<b>I07</b>	Pensa que as autoridades vão procurar meios de diminuir o ruído aeronáutico?
<b>I09</b>	Pensa que você pode fazer algo para ajudar na redução do ruído aeronáutico?
<b>I10</b>	Já reclamou ou já pensou em reclamar para as autoridades?

Fonte: Elaborado pela autora.

Nota-se que os itens retirados fazem parte da faceta “Medo/Sentimento de Impotência”. A justificativa para a retirada desses itens leva-se ao fato de que, muito provavelmente, eles não possuem apenas uma dimensionalidade e/ou correspondem a uma segunda dimensionalidade, caracterizando ao questionário uma

multidimensionalidade, que foge do objeto de estudo. A faceta “Medo/Sentimento de Impotência”, então, seguiu-se com as três perguntas apresentadas na Tabela 4.11.

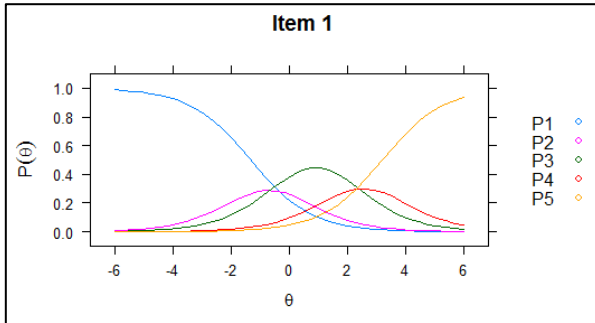
**Tabela 4.11** – Faceta e suas respectivas perguntas.

<b>Faceta</b>	<b>Descrição</b>
<b>Medo/ Sentimento de Impotência</b>	Tem medo de que possa acontecer acidentes aéreos perto da sua residência por causa da proximidade ao aeroporto? Fica apreensivo (a) quando uma aeronave está sobrevoando sua residência? Pensa que tem a possibilidade do ruído piorar com o passar do tempo?

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a compreensão da discussão do questionário após a retirada dos itens 07, 09 e 10, salienta-se que outros itens assumem a numeração de 07, 08, 09, 10, assim por diante, e são diferentes dos itens anteriormente excluídos ou posicionados. Um exemplo é que anteriormente o último item do questionário assumia a posição 26, agora assume a posição 23.

Após a retirada desses itens, outros também sofreram alteração quanto às categorias de respostas. Algumas delas tiveram que ser aglomeradas devido à falta de representatividade expressa por elas. Essa avaliação é feita analisando a CCI de cada item, que indicou que alguns itens apresentaram categorias de resposta não expressivas, estando sombreadas por outras. Para elucidar essa situação, apresenta-se a CCI do Item 1 na Figura 4.3.

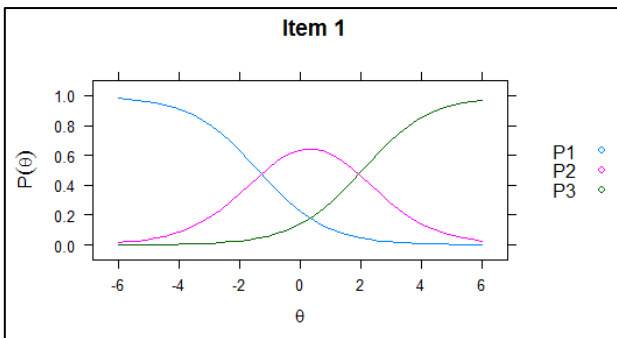


**Figura 4.3** – Curva Característica do Item 1.

Notas: O  $\theta$  corresponde ao traço latente (grau de incômodo). As curvas correspondem às categorias de respostas da seguinte forma: P1, em azul, corresponde à categoria “Nunca”; P2, em rosa, à categoria “Raramente”; P3, em verde, à “Às vezes”; P4, em vermelho, à “Frequentemente”; e P5, em amarelo, à “Sempre”.

Nota-se na Figura 4.3 que as categorias intermediárias, “Raramente” e “Frequentemente” não foram expressivas pelo gráfico, sugerindo a aglomeração delas com as outras categorias. Esta análise é realizada levando-se em conta a pergunta que corresponde o item.

Depois de feita a recategorização, o Item 1 se comportou conforme a Figura 4.4, com três categorias, que se apresentam da seguinte forma: P1 – “Nunca”; P2 – “Raramente ou às vezes”; e P3 – “Frequentemente ou sempre”.



**Figura 4.4** – Curva Característica do Item 1 após a recategorização das categorias de respostas.

Notas: P1 em azul corresponde à categoria “Nunca”. P2 em rosa, à categoria “Raramente ou às vezes”. P3 em verde, à “Frequentemente ou sempre”.

Considerando casos como esse, em que se teve dificuldade na identificação do intervalo de respondentes de algumas categorias de resposta, foi realizado o agrupamento de algumas categorias de resposta. Os itens que sofreram a redefinição de categorias foram: I01, I04, I05, I06, I07, I08, I09, I10, I11, I12, I13, I14, I15, I16, I17, I18 e I21. O comparativo dos gráficos dos itens que sofreram recategorização se encontram no APÊNDICE B.

Os itens 1 e 4 receberam a mesma recategorização, descrita anteriormente. Os demais itens foram redefinidos da seguinte forma: P1 como a categoria “Nunca”; P2 como “Às vezes”, que engloba as antigas categorias “Raramente”, “Às vezes” e “Frequentemente”; e P3 como “Sempre”, conforme a Tabela 4.12.

**Tabela 4.12** – Recategorização das respostas para os itens 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 21.

<b>Categorias de resposta do instrumento aplicado na pesquisa</b>				
Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
<b>Redefinição das categorias de resposta</b>				
Nunca		Às vezes		Sempre

Fonte: Elaborado pela autora.

Feitas todas essas alterações, o instrumento convergiu em 110 ciclos e a Tabela 4.13 apresenta a estimação dos parâmetros de todos os itens. Foi possível observar que os itens ficaram bem estimados, sendo que os parâmetros de discriminação ( $a$ ) tenderam a melhorar, e os valores dos erros padrão diminuíram. Desse modo, essa foi considerada a última calibração.

**Tabela 4.13** – Parâmetros dos itens e respectivos erros padrões (EP).

<b>Itens</b>	<b>a</b>	<b>EPa</b>	<b>b1</b>	<b>EPb1</b>	<b>b2</b>	<b>EPb2</b>	<b>b3</b>	<b>EPb3</b>	<b>b4</b>	<b>EPb4</b>
<b>I01</b>	0,89	0,19	-1,41	0,32	2,03	0,44	-	-	-	-
<b>I02</b>	2,04	0,24	-1,35	0,16	-0,27	0,1	0,83	0,12	1,65	0,19
<b>I03</b>	2,46	0,3	0,3	0,09	0,96	0,12	1,55	0,16	2,2	0,26
<b>I04</b>	1,47	0,21	0	0,13	1,69	0,26	-	-	-	-
<b>I05</b>	1,17	0,18	-0,04	0,16	2,31	0,37	-	-	-	-
<b>I06</b>	0,79	0,15	-0,41	0,23	2,27	0,48	-	-	-	-
<b>I07</b>	1,11	0,2	-1,06	0,22	1,31	0,26	-	-	-	-
<b>I08</b>	2	0,35	0,87	0,12	2,16	0,3	-	-	-	-
<b>I09</b>	1,69	0,25	-0,77	0,15	1,99	0,27	-	-	-	-
<b>I10</b>	1,95	0,26	-0,71	0,13	1,24	0,16	-	-	-	-
<b>I11</b>	1,27	0,23	-0,99	0,21	1,47	0,28	-	-	-	-
<b>I12</b>	1,43	0,25	0,32	0,13	2,54	0,4	-	-	-	-
<b>I13</b>	1,38	0,22	-0,51	0,16	1,72	0,26	-	-	-	-
<b>I14</b>	1,94	0,28	-0,93	0,15	1,04	0,15	-	-	-	-
<b>I15</b>	1,99	0,28	-0,78	0,14	0,94	0,14	-	-	-	-
<b>I16</b>	1,63	0,26	-0,9	0,16	0,96	0,16	-	-	-	-
<b>I17</b>	2,1	0,31	0,41	0,1	2,02	0,27	-	-	-	-
<b>I18</b>	2,76	0,35	0,03	0,08	1,78	0,19	-	-	-	-
<b>I19</b>	2,83	0,3	0,46	0,08	1	0,11	1,47	0,13	2,07	0,25
<b>I20</b>	2,93	0,34	0,28	0,08	0,84	0,09	1,32	0,13	1,82	0,18
<b>I21</b>	1,92	0,27	0,17	0,1	2,06	0,27	-	-	-	-
<b>I22</b>	2,65	0,3	0,41	0,09	0,92	0,11	1,47	0,14	1,97	0,23
<b>I23</b>	3,15	0,33	0,24	0,08	0,8	0,09	1,23	0,1	1,72	0,16

Fonte: Elaborado pela autora.

O instrumento final apresenta itens com categorias de respostas diferentes, podendo ser elas cinco ou três categorias. A versão final do instrumento é apresentada no Apêndice C. Desse modo, verificou-se que o Modelo de Resposta Gradual de Samejima possibilita utilizar um instrumento com categorias diferentes e obter mais informação do instrumento de medida sem prejudicar ou reduzir informações.



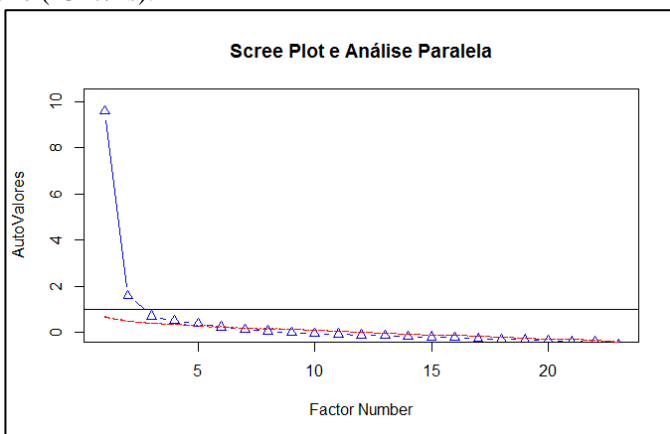
#### 4.4.3 Validação do instrumento

A validação do instrumento é a comprovação de que ele mede corretamente o traço latente definido. Para isso, calcula-se o alfa ( $\alpha$ ) de *Cronbach*, que é utilizado para avaliar o grau de confiabilidade de um questionário aplicado em uma pesquisa. O conjunto de 23 itens, Apêndice C, foi analisado a fim de obter o  $\alpha$  de *Cronbach*, que foi de 0,93, evidenciando que os itens medem o mesmo traço latente, ou seja, grau de incômodo.

#### 4.4.4 Análise da Dimensionalidade

O conjunto de 23 itens, Apêndice C, referente ao grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico, foi submetido a uma análise fatorial para verificar a dimensionalidade do instrumento.

Foi realizada uma análise preliminar por meio da análise fatorial de matriz de correlação policórica (correlação apropriada para variáveis com nível de mensuração ordinal). Os chamados autovalores dessa matriz de correlação (ordenados decrescentemente) fornecem uma estimativa preliminar da variância explicada por cada dimensão que se considera. A Figura 4.5 mostra o *Scree Plot*, isto é, a variância explicada em função do número de fatores (dimensão) do conjunto de itens do questionário (23 itens).



**Figura 4.5** – *Scree Plot* do questionário final.

Fonte: Elaborado pela autora.

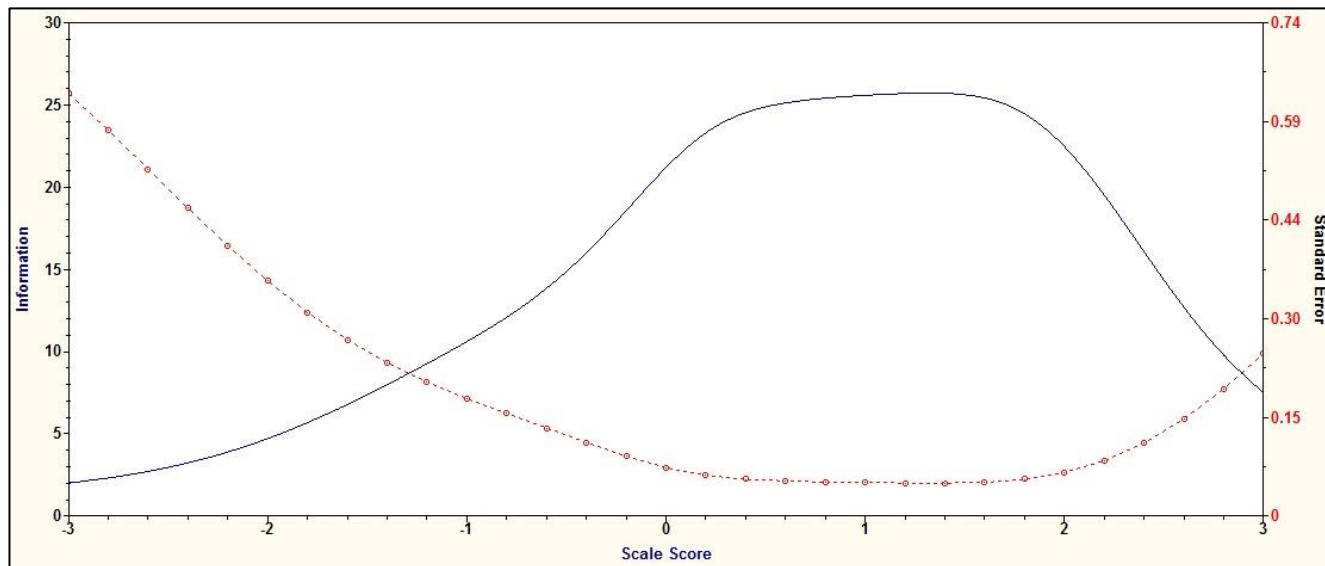
Pelo gráfico acima se pode observar uma possível existência de uma segunda dimensão, porém a falta de uma quantidade significativa de itens que comprovem esta segunda dimensão e o fato de ser

observado que o questionário possui um primeiro fator bem definido em relação ao segundo, foi considerado, para o presente estudo, que o questionário possui apenas uma dimensionalidade, sendo ele unidimensional.

Em seguida, será apresentada a Curva de Informação do Instrumento e sua explanação. Essa curva nos apresenta os dados totais do instrumento de obtenção de dados.

#### 4.4.5 Curva de Informação do Instrumento

A Curva de Informação do Instrumento representa a soma da informação de todos os itens que compõem o questionário aplicado e evidencia a confiabilidade do instrumento completo. O gráfico, Figura 4.6, apresenta a região da escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico em que os itens são mais informativos.



**Figura 4.6** - Curva de Informação do Instrumento (linha azul) e Erro Padrão de medida (linha vermelha).  
Fonte: elaborado pela autora.

A Curva de Informação do Instrumento (linha azul) retrata a sensibilidade do instrumento conforme o escore da população. Para o estudo, o instrumento possui maior informação nos intervalos de escore entre -0,2 a 2,8, aproximadamente. Nesse intervalo, o Erro Padrão (linha vermelha) atinge o seu mínimo. Abaixo de -0,2 e acima de 2,8 o EP aumenta, fazendo com que o instrumento se torne menos sensível para escores nessas faixas.

Esse intervalo de precisão (entre -0,2 e 2,8) indica que o instrumento atende os critérios de confiabilidade para estimar o grau de incômodo (WILSON et al, 2006; MENEGON, 2013).

#### 4.4.6 Construção de uma escala de grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico

O primeiro procedimento para a construção da escala de grau do incômodo é identificar os níveis âncoras, caracterizados pelo conjunto de itens âncoras ou quase âncoras, conforme explicado na seção 3.6.4. No Modelo de Resposta Gradual (MRG), os itens âncoras são definidos pelas suas categorias de respostas, sendo assim, é possível observar um item em diferentes níveis âncora, a depender de sua categoria.

A leitura das categorias para identificação dos níveis âncoras é baseada no parâmetro (b) e se apresenta conforme a Tabela 4.14.

**Tabela 4.14** – Leitura do parâmetro (b) para a identificação dos níveis âncora.

Três categorias	Nunca		Às vezes ( <i>b1</i> )		Sempre ( <i>b2</i> )	
	Cinco categorias	Nunca	Raramente ( <i>b1</i> )	Às vezes ( <i>b2</i> )	Frequentemente ( <i>b3</i> )	Sempre ( <i>b4</i> )

Fonte: elaborado pela autora.

Para a realização da primeira etapa, que consiste na identificação dos itens e níveis âncoras faz-se necessário o atendimento dos critérios estabelecidos. Para um item ser âncora, o parâmetro (a) deve ser, no mínimo, igual a 1, e os parâmetros (b) das categorias, ter sido respondido por, no mínimo, 60% dos indivíduos. Na primeira etapa, foi possível observar que dois itens não foram classificados como âncoras, apesar de terem sido classificados como itens bons para o instrumento, por não possuírem o a igual ou superior a 1. Esses itens são apresentados na Tabela 4.15, abaixo.

**Tabela 4.15** – Itens não considerados âncoras, de acordo com o primeiro critério estabelecido.

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>a</b>
1.	Se sente incomodado (a) por qualquer ruído de forma geral?	0,88928
6.	Tem medo de que possam acontecer acidentes aéreos perto da sua residência por causa da proximidade ao aeroporto?	0,7944

Fonte: elaborado pela autora.

A Tabela 6.1 (APÊNDICE D) apresenta essa etapa de identificação dos itens e níveis âncoras de acordo com suas categorias, seguindo os critérios estabelecidos (seção 3.6.4) contendo o valor dos parâmetros de cada item, e sua classificação, podendo ser “Âncora” ou “Não âncora”. Destacados, em amarelo, os níveis âncoras obtidos.

Os níveis âncoras foram obtidos a partir da identificação dos itens e categorias âncoras, conforme a Tabela 4.16 abaixo. Posto isso, é possível criar a escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico, e, a partir dela, descrever o perfil do respondente que se encontra em determinado nível.

**Tabela 4.16** – Itens e categorias que formaram os níveis âncoras.

<b>Nível âncora</b>	<b>Item e categoria</b>
<b>-1</b>	2,1
<b>-0,5</b>	7,1; 9,1; 10,1; 11,1; 14,1; 15,1; e 16,1.
<b>0</b>	2,2; e 13,1.
<b>0,5</b>	3,1; 4,1; 5,1; 18,1; 20,1; 21,1; e 23,1.
<b>1</b>	12,1; 17,1; 19,1; 20,2; 22,1; e 23,2.
<b>1,5</b>	2,3; 3,2; 8,1; 10,2; 14,2; 15,2; 16,2; 19,2; 20,3; 22,2; e 23,3.
<b>2</b>	2,4; 3,3; 4,2; 7,2; 11,2; 13,2; 18,2; 19,3; 20,4; 22,3; e 23,4.
<b>2,5</b>	3,4; 8,2; 9,2; 17,2; 19,4; 21,2; e 22,4.
<b>3</b>	5,2; e 12,2.

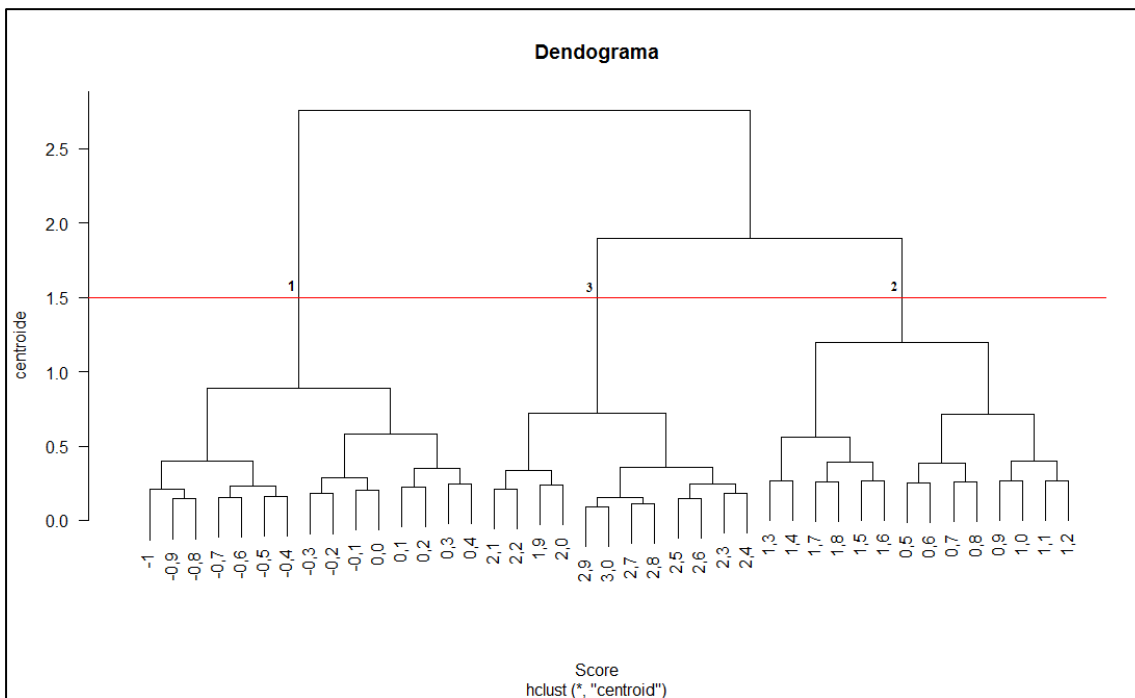
Fonte: Elaborado pela autora.

Não existe um método específico na literatura que direcione a forma de segmentar grupos e interpretar escalas. E no caso dos modelos politômicos, a interpretação da escala é uma proposta mais complexa ainda, devido ao número de parâmetros envolvidos.

Desta forma, para a criação da escala e delimitação dos agrupamentos para a obtenção de quatro níveis na escala, optou-se por se basear no procedimento de análise pelo dendograma, mencionado na seção 3.6.4. Esse procedimento é realizado por um agrupamento

(*cluster*) feito pelo *software* R 3.3.3, em que o grau de incômodo é colocado no eixo horizontal e no eixo vertical o número de agrupamentos, conforme a Figura 4.7.

Também, na Figura 4.7, em vermelho, mostra-se o corte feito em 1,5, para a obtenção de três agrupamentos, julgados adequados para a construção da escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico. São eles apresentados com a numeração 1, 3 e 2, acima da linha em vermelho. O agrupamento 1 corresponde a faixa da escala que representa indivíduos com “Incômodo leve”; o agrupamento 2 a indivíduos com “Incômodo moderado”; e o 3 para indivíduos com “Incômodo extremo”. Essa escala de grau do incômodo associado ao ruído aeronáutico é apresentada conforme a Tabela 4.17.



**Figura 4.7** – Dendrograma de aglomeração dos níveis para construção da escala. Em vermelho, a linha de corte para obter três grupos.

Fonte: Elaborado pela autora.

**Tabela 4.17** – Escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico.

Escala de Grau de Incômodo	
$\theta < -1$	Sem incômodo
$-1 \leq \theta \leq 0,4$	Incômodo leve
$0,5 \leq \theta \leq 1,8$	Incômodo moderado
$1,9 \geq \theta$	Incômodo extremo

Fonte: Elaborado pela autora.

Cabe lembrar que  $\theta$  é o traço latente do respondente do questionário.

A seguir, é descrita a interpretação da escala segundo os respondentes, em que é apresentado o perfil do respondente para cada nível e segundo cada faceta.

#### 4.4.6.1 Escala de grau do incômodo segundo os respondentes

Concluída a etapa de construção da escala, faz-se necessário realizar a interpretação desta com a identificação dos itens e das categorias âncoras, a junção dos níveis e classificação segundo o grau de incômodo, foi elaborada a Tabela 4.18 em que é traçado o perfil do respondente para cada nível da escala. O respondente que obtiver o escore e se encontrar em determinado nível na escala, possui como perfil, a descrição apresentada.

Essa descrição baseou-se na seleção realizada pelo respondente de determinado escore para as respostas referentes a cada pergunta do questionário.

A escala elaborada de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico abrangeu desde Sem Incômodo a Extremo Incômodo. O mínimo de incômodo é observado quando o indivíduo percebe que às vezes precisa tomar medidas concomitantes à realização de certa atividade, como por exemplo, aumentar o volume da televisão quando uma aeronave está sobrevoando a residência.

O extremo incômodo ocorre quando o indivíduo não consegue realizar suas atividades sem tomar medidas paralelas ou não consegue realizar de maneira alguma, como por exemplo, não consegue ler ou estudar caso uma aeronave esteja sobrevoando sua residência.

A partir da escala construída é possível fazer comparações com diferentes populações, quando submetidas a questionários com alguns itens em comum e também comparar respondentes da mesma população submetidos a situações diferentes. Isto é possível porque os elementos fundamentais da TRI são os itens, e não o questionário como um todo.



**Tabela 4.18** – Escala com os níveis de Grau de Incômodo, classificação, e descrição do perfil do respondente.

<b>Nível de grau do incômodo</b>	<b>Classificação</b>	<b>Descrição do perfil do respondente</b>
$\theta < -1$	Sem incômodo	O respondente que se encontra nesse nível não se sente incomodado pelo ruído aeronáutico.
$-1 \leq \theta \leq 0,4$	Incômodo leve	O respondente às vezes se sente incomodado com o ruído aeronáutico, tanto no período diurno quanto noturno. Isso faz com que ele aumente o volume da TV ou música quando uma aeronave sobrevoa a sua residência. Quando em uma conversação, às vezes pedem para a pessoa repetir o que estava falando, fala mais alto ou interrompe a conversa. Porém, raramente se sentem estressados ou irritados, ou sentem que dormiram mal durante a noite. Raramente, também, percebem dificuldade ao se concentrar ao rezar, orar e/ou meditar.
$0,5 \leq \theta \leq 1,8$	Incômodo moderado	O respondente nesse nível frequentemente se sente incomodado com o ruído aeronáutico. No período noturno, sempre se sente incomodado. Percebe mudanças nas suas atividades quando uma aeronave está sobrevoando a residência, como fecham as janelas, sentem dificuldade em se concentrar quando realizando uma atividade como rezar, orar e/ou meditar, relaxar e se esquecem do que estavam fazendo. Frequentemente se sentem apreensivos quando uma aeronave está sobrevoando a residência com medo da ocorrência de acidentes aéreos. Quando em uma conversação, sempre sentem a necessidade em pedir pra pessoa repetir o que estava falando, aumenta o tom de voz ou interrompe a conversa devido a dificuldade em ouvir.

---

(continuação)

1,9 ≥  $\theta$

Incômodo extremo

O respondente nesse nível sempre se sente incomodado com o ruído aeronáutico, tanto no período noturno como no diurno. Não consegue realizar atividades como ler/estudar, orar/rezar/meditar, relaxar e se esquecem do que estavam fazendo repetitivamente. Se sentem irritados ou estressados por causa do ruído e não conseguem dormir, pois acordam no meio da noite ou tem insônia. Quando assistindo TV, sempre aumentam o volume ou colocam legenda. Quando uma aeronave está sobrevoando a residência, sempre se sentem aprensivos com medo de acidente aéreo.

---

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.4.6.2 Escala de grau do incômodo segundo as facetas

A Tabela 4.19 apresenta a presença de cada faceta em cada nível âncora obtido. Marcado em cinza em que o nível âncora de cada faceta está presente, sendo que a faceta “Efeitos adversos à saúde” não está contabilizada, pois não entra na análise estatística, sendo ela apenas para caracterizar o indivíduo, conforme descrito na seção 4.3.

É possível verificar quais as facetas que mais interferem na percepção do grau de incômodo, levando em consideração as que aparecem em mais níveis âncoras. São elas: “mudança no comportamento cotidiano”; “sensibilidade”; “qualidade do sono”; e “falta de concentração”.

Para as facetas “mudança no comportamento cotidiano”, “qualidade do sono” e “falta de concentração”, foi observado que a medida que as atividades descritas são realizadas, o grau de incômodo aumenta, levando ao incômodo extremo.

**Tabela 4.19** – Caracterização da presença das facetas em cada ponto da escala de Grau de Incômodo elaborada.

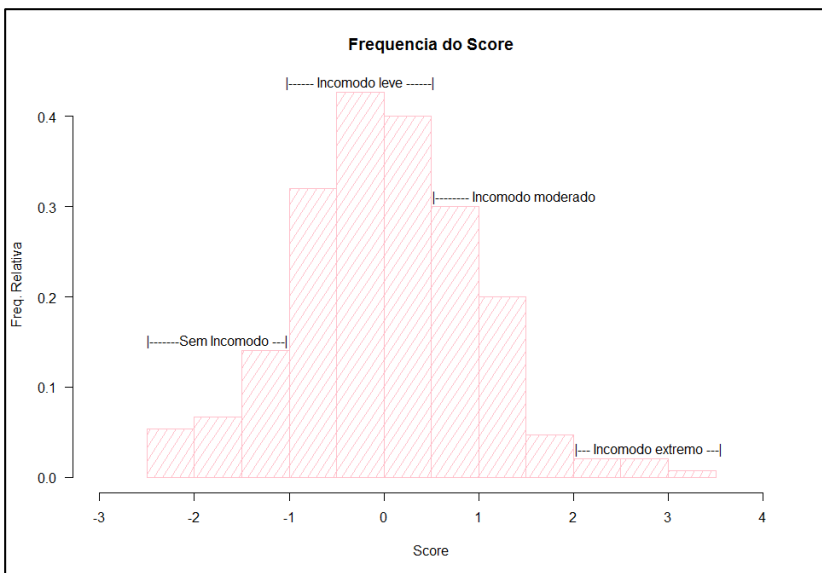
Níveis âncoras	Facetas						
	Mudança no comportamento cotidiano	Sensibilidade	Mudanças nas atitudes sociais ou humor	Qualidade do sono	Medo/Sentimento de Impotência	Falta de concentração	Efeitos adversos à saúde
-1							
-0,5							
0							
0,5							
1							Não contabilizada na análise estatística
1,5							
2							
2,5							
3							

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.4.7 Disposição dos respondentes na escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico

Para obter o escore do grau de incômodo dos respondentes deve-se utilizar um programa estatístico que estime os parâmetros dos respondentes pelo Modelo de Resposta Gradual de Samejima da TRI (ex: Multilog 7.0, R 3.3.3).

A disposição dos respondentes na escala em cada um dos níveis é baseada no  $\theta$  (traço latente), referente ao escore de cada participante. A Figura 4.8 apresenta a frequência de escore por nível da escala.



**Figura 4.8** – Frequência por escore dos respondentes.

Fonte: elaborado pela autora.

A frequência e a porcentagem dos escores dos respondentes, para cada nível da escala de grau do incômodo elaborada, seguindo a classificação é apresentada na Tabela 4.20 e na Figura 4.9.

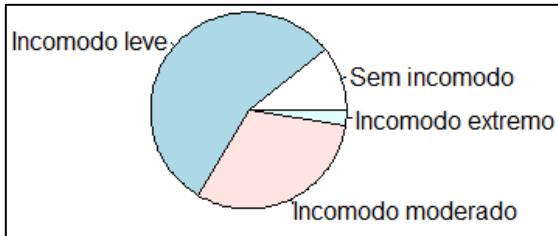
Observa-se que, de uma amostra de 300 indivíduos, 13% foram classificados como sem incômodo percebido, pois os escores ficaram abaixo de -1. A maioria da amostra se encontrou nos níveis de incômodo percebido, sendo, aproximadamente, 54% de incômodo leve, 30% incômodo moderado e apenas 2% incômodo extremo. Isso indica que a

população amostral se sente incomodada, porém somente 2% extremamente incomodadas.

**Tabela 4.20** – Número de respondentes para cada nível da escala elaborada.

Nível de grau do incômodo	Classificação	Número de respondentes	%
$\theta < -1$	Sem incômodo	39	13
$-1 \leq \theta \leq 0,4$	Incômodo leve	163	54,33
$0,5 \leq \theta \leq 1,8$	Incômodo moderado	91	30,33
$1,9 \geq \theta$	Incômodo extremo	7	2,33
<b>TOTAL</b>		300	100

Fonte: Elaborado pela autora.



**Figura 4.9** – Gráfico do número de respondentes para cada nível da escala do nível de grau de incômodo.

Fonte: Elaborado pela autora.

Devido à estrutura física, operações de pouso e decolagem, o Aeroporto Internacional Hercílio Luz (SBFL) é considerado pequeno. Mesmo diante disso, foi verificado que 87% da amostra de 300 respondentes se consideraram incomodadas. Desses, apenas 3% se classificaram com extremo incômodo. Possivelmente, com a ampliação do aeroporto o número de pessoas extremamente incomodadas pode sofrer um aumento.

Num primeiro momento, optou-se por selecionar os bairros que se encontram nas proximidades do aeroporto. Os bairros Carianos e Ressacada, se encontram ao lado do aeroporto e constam com um total de 40% da população exposta ao ruído. O bairro Campeche, que se encontra abaixo das linhas de operação de pouso e decolagem, consta de 60% da população exposta.

A média de incomodados, por bairro, sendo considerado Carianos e Ressacada juntos, e Campeche separado, para comparação, foi obtida conforme a **Tabela 4.21**, abaixo. Cabe lembrar que, pela TRI, a média é 0 e o desvio padrão é 1. Foi verificado que a população do bairro

Campeche foi considerada cinco vezes mais incomodada que para os bairros Carianos e Ressacada.

**Tabela 4.21** – Média de escore para os bairros Carianos e Ressacada e Campeche.

<b>Bairro</b>	<b>Média de escore</b>
Carianos e Ressacada	-0,03
Campeche	0,15

Fonte: elaborado pela autora.

Devido aos resultados obtidos e descritos ao longo desse tópico, é possível afirmar que o instrumento elaborado se mostrou apto para medir o grau de incomodo da população em que a residência está exposta ao ruído aeronáutico.

## 5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 5.1 Conclusões

A pesquisa demonstrou que a modelagem de Samejima de resposta gradual, um dos modelos da TRI, é uma abordagem útil para analisar os itens referentes ao grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico. O instrumento de coleta de dados elaborado mostrou-se confiável, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela TRI.

A validação do instrumento de coleta de dados foi verificada na etapa de elaboração do conjunto de itens e pelo ajuste do Modelo. A confiabilidade foi constatada pela Curva de Informação do Instrumento, pelos valores dos erros-padrões e pelo  $\alpha$  de Cronbach (0,93).

Com relação à dimensionalidade, o instrumento de coleta de dados para o grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico possui um fator bem definido dentre os demais, e como definido, foi considerado um instrumento unidimensional.

A pesquisa contribuiu para demonstrar que o incômodo é causado por fatores subjetivos, que dependem da percepção do indivíduo. Para mensurar sua totalidade, o grau de incômodo pode ser medido por meio do uso de questionários que abordem itens considerando indicadores das seguintes facetas: mudança no comportamento cotidiano; sensibilidade; mudanças nas atitudes sociais ou humor; medo/sentimento de impotência; qualidade do sono; e falta de concentração. De forma compacta, sugere-se aplicar questionários que abordem as facetas mais representativas. São elas: mudança no comportamento cotidiano; sensibilidade; qualidade do sono; e falta de concentração.

A faceta “Efeitos adversos à saúde” é de grande valia, porém para medi-la deve ser realizado um acompanhamento prolongado com os indivíduos, em que deve ser examinada a saúde pessoal ao longo de um período estipulado prévio à aplicação de entrevistas e questionários.

Do que consta da amostra populacional obtida, total de 300 respondentes, 154 foram obtidos por meio da aplicação *on-line* e 146 por entrevista pessoal (*face-to-face*). Desses, aproximadamente 57% se declararam do sexo feminino. Com relação à residência, apenas 3% declararam possuir algum tipo de tratamento acústico.

O estudo se propôs a elaborar um instrumento de avaliação do grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico, na população próxima ao aeroporto e, conseqüentemente, a construir uma escala de medida. Os resultados obtidos comprovam a eficiência do instrumento,



pois este foi capaz de proporcionar um significado ao efeito do fenômeno físico do ruído aeronáutico, no indivíduo.

Nesse sentido, verifica-se que os itens do questionário apresentaram excelentes índices de discriminação (parâmetro  $a$ ), o que permitiu uma maior precisão e confiabilidade na identificação do indivíduo pertencente à população respondente quanto a sua percepção ao incômodo causado pelo ruído aeronáutico.

Assim, é possível afirmar que o objetivo geral do estudo foi atingido com a construção da escala de medida do grau de incômodo, com o uso da TRI.

O resultado mais relevante do estudo decorre da construção dessa escala. A utilização da TRI na pesquisa mostrou que a metodologia é capaz de avaliar a subjetividade considerando a inequidade, que é uma característica inerente à subjetividade, ou seja, a TRI permitiu que pessoas com diferentes níveis de incômodo apresentassem diferentes escores.

A escala desenvolvida também se mostra uma ferramenta útil aos órgãos reguladores da aviação civil, uma vez que possibilita a medição do grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico por meio de um conjunto de itens e, considerando que o objeto da TRI é o item, é possível uma mensuração com maior precisão com relação aos objetos subjetivos e a comparabilidade entre os testes elaborados com os itens construídos. Além disso, a interpretação das escalas fornece informações quanto aos indicadores que efetivamente impactam na percepção do grau de incômodo dos moradores nas proximidades dos aeroportos, e que podem servir para a elaboração de normatizações quanto aos padrões “aceitáveis” para a aviação civil brasileira.

## **5.2 Sugestões para trabalhos futuros**

A realização deste trabalho estimula o desenvolvimento de outras pesquisas, dentre as quais se sugere:

- Aplicar o questionário para todos os bairros afetados pelo ruído aeronáutico, visando abranger uma população maior, principalmente depois da ampliação do aeroporto Hercílio Luz;
- Aplicar o questionário em outras cidades brasileiras, visando comparar os resultados obtidos de cada população, em especial para aeroportos com um maior número de operações anuais;
- Comparar medições acústicas com os dados simulados referentes às curvas de contorno de ruído e os dados do grau de incômodo.

## 6 REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 10.151: Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas, Visando o Conforto da Comunidade**. Rio de Janeiro, 2000.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 11.415. Ruído Aeronáutico**. Rio de Janeiro, 1990.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 161: Planos de zoneamento de ruído**, 2013.

ANAC. Agência Nacional de Aviação Civil. **Regulamento Brasileiro da Aviação Civil – RBAC 36: Requisitos de ruído para Aeronave**, 2009.

ANDRADE, D. F.; TAVARES, H. R.; VALLE, R. C. **Teoria da Resposta ao Item: Conceitos e Aplicações**. São Paulo: ABE - Associação Brasileira de Estatística, 2000.

APA. Agência Portuguesa do Ambiente. **Directrizes para elaboração de mapas de ruído versão 03**. 2011. Disponível em: <[http://www.apambiente.pt/\\_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas\\_EstudosReferencia/DirectrizesMapasDez2011\\_todo\\_2.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudosReferencia/DirectrizesMapasDez2011_todo_2.pdf)>. Data de acesso: 28 de março de 2014.

APA. Agência Portuguesa do Ambiente. **Diretrizes para elaboração de mapas de ruído versão 03**. 2004. Disponível em: <[http://www.apambiente.pt/\\_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas\\_EstudosReferencia/Proj\\_Pil\\_Map\\_Ruido.pdf](http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudosReferencia/Proj_Pil_Map_Ruido.pdf)> Data de acesso: 12 de março de 2017.

APONTE GAYON, J. M. **Análise Paramétrica de Mapas Estratégicos de Ruído de Aeroportos Cíveis de Passageiros. Um estudo de caso do Aeroporto Hercílio Luz, Florianópolis-SC**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

ARAUJO, E. A. C. de, ANDRADE, D. F. de, BORTOLOTTI, S. L. V. **Teoria de Resposta ao Item**. Revista de Enfermagem USP. 2009.

ARAÚJO, F. C. R. S. Inteligibilidade da Fala em Sala de Aula e o Ruído de Tráfego Urbano: modelagem e inter-relações. 2009. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Meio Ambiente Urbano). Universidade da Amazônia, Belém, 2009.

ARAÚJO, F. C. R. S; et al. O Ruído Urbano em Sala de Aula e a Inteligibilidade de Fala, In: **Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica**, 22, 2008, Belo Horizonte. Anais. Belo Horizonte: SOBRAC, 2008.

BABISCH W. **Cardiovascular effects of noise**. Noise Health 2011. 13: p 201-204.

BABISCH, W. **Transportation noise and cardiovascular risk: Updated Review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased**. Noise Health 2006;8: p 1-29.

BABISCH, W.; KAMP, I. van. **Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension**. Noise and Health. Vol 11; p. 161-8. 2009.

BAKER, F. B.; KIM, Seock-Ho. **Item Response Theory: parameter estimation techniques**. Second edition, revised and expanded. New York: Marcel Dekker, 2004.

BARBOSA, A. R. **Influência do ruído aeronáutico na população que reside nas imediações da base aérea de Santa Maria**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

BARROS, G. T. de F. **Procedimentos para a construção de indicadores por meio da Teoria de Resposta ao Item: a criação de uma medida de nível socioeconômico familiar**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

BASNER, M. et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. Lancet. 2014. 383: p 1325- 1332.

BEATON, A. E; ALLEN, N. L. **Interpreting scales through scale anchoring**. J. Educ. Stat, v. 17, p. 191–204, 1999.

BERGLUND, B.; LINDVALL, T.; SCHWELA, D. H. **Guidelines for Community Noise**. Reino Unido, Londres, 1999.

BORTOLOTTI, S. L. V.; ANDRADE, D. F. **Aplicação de um Modelo de Desdobramento Graduado Generalizado- GGUM da Teoria da Resposta ao Item**. Estudos em Avaliação Educacional, v. 18, n 37, 2007.

BORTOLOTTI, S. V. **Resistência à Mudança Organizacional: Medida de Avaliação Por Meio Da Teoria Da Resposta Ao Item**. 291. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

BRASIL. Aprova a Política Nacional de Aviação Civil (PNAC) e dá outras providências. Decreto nº 6.780/2009, 2009.

CARVALHO JR, E. B. de. **Quantificação do incômodo gerado pelo ruído aeronáutico por meio de modelos dose-resposta**. Tese de Doutorado. Universidade de Brasília. Brasília, 2015.

CARVALHO JR, E. B. de; GARAVELLI, S. L.; SMOZINSKI, F. V.; MAROJA, A. de M.; MELO, W. C. de. **Análise das principais métricas utilizadas no zoneamento acústico de áreas próximas a aeródromos**. Journal of Transport Literature Vol. 7, n. 4, pp. 175-198, Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2013.

CARVALHO JÚNIOR, E. B.; GARAVELLI, S. L., BARROS, A. G., ARAUJO, R. B., MAROJA, A. M E SHIMOISHI, J. M. **Análise do efeito do ruído aeronáutico sobre o preço de imóveis residenciais: estudo de caso do Aeroporto Internacional de Brasília**. XXV Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica – SOBRAC. Campinas - SP. v. 01, 2014a.

CARVALHO JÚNIOR, E. B.; GARAVELLI, S. L., BARROS, A. G., MAROJA, A. M; SHIMOISHI, J. M. MELO, W. C.; COSTA, C. A. **Proposta Metodológica para o Cálculo de População Exposta ao Ruído Aeronáutico**. 7º Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável - PLURIS. Maceió - AL. 2016.

CFP - Conselho Federal de Psicologia. Resolução nº 02. Define e regulamentação o uso, a elaboração e a comercialização de testes psicológicos. Brasília, 2003.

CHALMERS, P. **Multidimensional Item Response Theory**: Package “mirt”. Disponível em: <<http://cran.rproject.org/web/packages/mirt/mirt.pdf>>. Acesso em: 24 out 2016.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA n. 1/90**. Dispõe sobre a Emissão de Ruídos, em decorrência de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, determinando padrões, critérios e diretrizes.. 1990.

DAC. Departamento de Aviação Civil. **Portaria nº 669/DGAG**. Aprova o Plano Específico de Zoneamento de Ruído do Aeroporto Hercílio Luz/Florianópolis – SC. 1994.

DINATO, A. C. **Ruído Sonoro no entorno de aeroportos**. Um estudo de caso do Aeroporto de Ribeirão Preto. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

EC – European Commission. **Air transport and the environment: towards meeting the challenges of sustainable development**. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions.1999, Bruxelas, CCE.

EC – European Commission. **Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the establishment of a Community Framework for noise classification of civil subsonic aircraft for the purpose of calculating noise charges**. 2002, 683 Final – Corrigida, Bruxelas, CCE.

ELMEHDI, H. M. **Noise Annoyance Assessment near Dubai Airport**. The Acoustical Society of Japan. University of Sharjah. United Arab Emirates. 2012, Vol. 1, p. 33.

EMBRETSON, S; REISE, S. **Item Response Theory for Psychologists**. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, 2000.

ERTHAL, T. C. **Manual de psicometria**. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro, 7ª ed. 2003.

FAA. Federal Aviation Administration. **Integrated Noise Model**. 2011.

FIDELL, S; **The Schultz curve 25 years later: A research perspective.** Journal of the Acoustical Society of America. 2003. Vol. 114, p. 3007-3015.

FIELDS et al; **Standardized General-purpose noise reaction questions for community noise surveys: research and a recommendation.** Journal of Sound and Vibration, 2001, Vol. 242, 2001, p 641-679.

FIELDS, J. M. **Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas.** Journal of the Acoustical Society of America. 1993. v. 93, n. 5, p. 2753-2763.

FIELDS, J. M. et al. **Guidelines for reporting core information from community noise reaction surveys.** Journal of Sound and Vibration. 1997. P 685-695.

GILLE, L. A.; MARQUIS-FAVRE, C.; MOREL, J. **Testing of the European Union exposure-response relationships and annoyance equivalents model for annoyance due to transportation noises: The need of revised exposure-response relationships and annoyance equivalents model.** Environment International. 2016. p. 83-94.

GIOVANELLI NETO, A. **Análise do ruído aeronáutico no entorno do aeroporto de São José dos Campos.** Dissertação de Mestrado. Universidade de Taubaté, 2010.

GUSKI, R. **Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance.** Noise and Health. Alemanha, 1999. 45-56 p.

GUSKI, R.; FELSCHER-SUHR, U.; SCHUEMER, R. **The Concept of Noise Annoyance: How International Experts see it.** Journal of Sound and Vibration. 1999. p. 513-527.

HAIR JR., J. F.; TATHAM, R. L.; ANDERSON, R. E.; BLACK, W. **Análise multivariada de dados.** 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAMBLETON, R. K.; SWAMINATAN, H.; ROGERS, H. J. **Fundamentals of Item Response Theory.** Londres. SAGE Publications, 1991.

HEARING LINK. **Noise Sensitivity**. Disponível em: <http://www.hearinglink.org/your-hearing/about-deafness-hearing-loss/noise-sensitivity/>. Acesso em: julho/2016.

HOBSON, J. A. **Sleep and Dreaming**. The Journal of Neuroscience. 1990. p 371-382.

INFRAERO. Empresa Brasileira de Infra-estrutura Aeroportuária. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br>>. Acesso em: 20 ago 2013.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION – ICAO, Doc. 9829 **Guidance on the Balanced Approach to Aircraft Noise Management**, 2002.

INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION – ICAO. **Environmental Report**. 2007.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION – ISO 3891, Acoustics – **Procedure for describing aircraft noise heard on the ground**, 1978.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION – ISO/TS 15666, Acoustics – **Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys**, 2003.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION – ISO1999, Acoustics – **Estimation of noise-induced hearing loss**, 2013.

INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDIZATION – ISO1996-1, Acoustics - **Description, measurement and assessment of environmental noise** - Part 1: Basic quantities and assessment procedures, 2016.

ITC – International Test Commission. **Diretrizes Para o Uso de Testes**. Versão em Português. 2003.

JAGNIATINSKIS, A., OLEKSANDR, Z., KARTYSHEV, O., FIKS, B. **Aircraft noise assessment in the vicinity of airports with different descriptors**. Inter noise 2011. Japan. 2011.

JARUP L., DUDLEY ML., BABISCH W., HOUTHUIJS D., SWART W., PERSHAGEN G., BLUHM G., KATSOUYANNI K., VELONAKIS M., CADUM E. E VIGNA-TAGLIANTI F. **Hypertension and Exposure to Noise near Airports (HYENA): Study Design and Noise Exposure Assessment.** Environmental Health Perspectives. n. 113, p. 1473-1478, 2005.

JOB, R.F.S. **Community response to noise: A review of factors influencing the relationship between noise exposure and reaction,** J Acoustical Society of America 83. p. 991-1001, 1988.

KAMP, I. van., JOB, R. F. S., HATFIELD, J., HAINES, M., STELLATO, R. K., STANSFELD, S. A. **The role of noise sensitivity in the noise-response relation:** A comparison of three international airport studies. Journal of the Acoustical Society of America. 2004.

KOLICH, M. A conceptual framework proposed to formalize the scientific investigation of automobile seat comfort. **Applied Ergonomics**, v. 39, p. 15-27, 2008.

KOLICH, M; TABOUN, S. Ergonomics modelling and evaluation of automobile seat comfort. **Ergonomics**, v. 47, n. 8, p.841-863, jun. 2004.

KROESEN, M.; MOLIN, E. J. E.; WEE, B. van. Testing a theory of aircraft noise annoyance: A structural equation analysis. Acoustical Society of América. 2008. p. 4250-4260.

KRUITWAGEN, S. JANSSEN, L. UDO, J. **Noise Annoyance in the Netherlands:** An Empirical Valuation Study. JEL Classifications. Netherlands, 2006.

KRYTER, Karl D.; **The effects of noise on man.** New York, Academic Press, 1985, 633 p.

LAZLO, H. E. MC ROBIE, E. S. STANSFIELD, S. A. HANSELL, A. L. **Annoyance and other reaction measures to changes in noise exposure – A review.** Science of the Total Environment. 2012, p. 551-562.



LIM, C., KIM, J., LEE S. **Effect of background noise levels on community annoyance from aircraft noise.** Journal of the Acoustical Society of America. 2008.

LORENZI, A. TRIGUEIROS-CUNHA, N. **Psicoacústica.** 2006. Cochlea. Disponível em: <http://www.cochlea.eu/po/som/psicoacustica>. Acesso em: julho/2016.

MAURICE, L. **FAA Noise Overview: Federal Noise Regulations and Implementation Guidelines.** Airport Noise Issues: EU Experience. ANEW, Brasília, 2014.

MENEGON, L. da S. **Mensuração do Conforto e Desconforto em poltrona de aeronaves pela Teoria de Resposta ao Item.** Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2013.

MEREGE FILHO, C. A. A. ALVES, C. R. R. DAS NEVES, W. LANCHETA JR, A. H. GUALANO, B. COSTA, A. dos S. **Associação entre o nível de atividade física de lazer e o desempenho cognitivo em crianças.** Revista Brasileira de Educação Física e Esporte. São Paulo. 2013, p. 355-361.

MESTRE, V. **ACRP Synthesis 9: Effects of Aircraft Noise: Research Update on Select Topics,** 2008.

MIEDEMA, H. M.E, OUDSHOORN, C. G. **Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals.** Environmental Health Perspectives. v. 109, n. 4, p. 409 – 416, 2001.

MORE, S. R.; **Aircraft Noise Characteristics and Metrics,** Purdue University, PhD Thesis, 2010.

NABINGER, L. B. **Medições de ruído aeronáutico dentro da área II do Plano Específico de Zoneamento de Ruído do aeroporto Salgado Filho, Porto Alegre/RS.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

NUNES, M. F. de O. **Avaliação da percepção do ruído aeronáutico em escolas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

OOSTEN, N. van. **Airport Noise Issues: EU Experience**. ANEW, Brasília. 2014

PASQUALI, L. **Psicometria: Teoria e Aplicações**. Editora UnB. Distrito Federal, Brasília, 1997. 289 p.

PASSCHIER-VERMEER, W. **Noise and health**. The Hague: Health Council of the Netherlands. 1993.

PASSCHIER-VERMEER, W.; PASSCHIER, W.F. Noise exposure and public health. **Environmental Health Perspectives**, v.108, n. S1, p. 123–131, Mar. 2000.

PORTER, N.D.; BERRY, B.; FLINDELL, I. H. **Health effect based noise assessment methods: a review and feasibility study**. National Physical Laboratory, 1998.

RAPOZA, A. SUDDERTH, E. LEWIS, K. **The relationship between aircraft noise exposure and day-use visitor survey responses in backcountry areas of national parks**. Acoustical Society of America. 2015.

REVELLE, W. **Procedures for Psychological, Psychometric, and Personality Research**: Package “psych”. Disponível em: <<http://cran.r-project.org/web/packages/psych/psych.pdf>>. Acesso em: 24 out 2016.

REVOREDO, T. C., SLAMA, J. G. **Noise metrics comparison and its use on urban zoning in airport surveys: A Brazilian case study**. Journal of Air Transport Management. Rio de Janeiro. Vol.14, 2008.

RISTOVSKA, G., GJORGJEV, D., POLOZHANI, A., KOČUBOVSKI, M., KENDROVSKI, V. **Environmental noise and annoyance in adult population of Skopje: a cross-sectional study**. Macedonia. 2009.

SARTES, L. M. A.; SOUZA-FORMIGONI, M. L. O. de. **Avanços na Psicometria: Da Teoria Clássica dos Testes à Teoria de Resposta ao Item**. Psicologia: Reflexão e Crítica. Vol. 26, 241-250. 2013.

SOAMES JOB, R F. **Noise sensitivity as a factor influencing human reaction to noise**. Noise Health 1999. p.57-68.

STALLEN, P. M. **A theoretical framework for environmental noise annoyance**. Noise and Health 1999. p.69-79

U.S. EPA. United States Environmental Protection Agency. **Information on levels of environmental noise requisite to protect public health and welfare with an adequate margin of safety**. 1974. Disponível em: <[http://www.fican.org/pdf/EPA\\_Noise\\_Levels\\_Safety\\_1974.pdf](http://www.fican.org/pdf/EPA_Noise_Levels_Safety_1974.pdf)> Data de acesso: 11 de março de 2017.

VARGAS, V. do C. C. de. **Medida padronizada para avaliação de intangíveis organizacionais por meio da teoria da resposta ao item**. 207f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

WHO – World Health Organization. **Guidelines for Community Noise**. Geneva, 1999.

WHO – World Health Organization. **Guidelines for Community Noise**. Geneva, 2010.

WILSON, M; ALLEN, D. D; LI, J. C. **Improving measurement in health education and health behavior research using item response modeling: comparison with the classical test theory approach**. Health Educ Res, v. 21, n. 1, p. 19–32a, 2006.

## APÊNDICE A

Primeiro questionário aplicado na população, distribuído *on-line* e entrevista pessoal.

Prezado (a),

Me chamo Rebecca Bugarin Araujo, sou aluna de mestrado do programa de pós-graduação do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Gostaria que você respondesse ao questionário que visa avaliar o nível de incômodo associado ao ruído aeronáutico da população que reside nas proximidades do Aeroporto Internacional Hercílio Luz.

**Ressalto que suas perguntas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos e são confidenciais.**

### Seção I

Nesta seção você deverá responder de acordo com sua visão sobre as situações descritas. A escala vai de *nunca*, caso discorde fortemente, até *sempre*, caso concorde fortemente.

Perguntas	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
1. Se sente incomodado(a) por ruído de forma geral?					
2. Se sente incomodado com o ruído aeronáutico?					
3. Sente que, ultimamente, tem estado estressado ou irritado?					
4. Tem a sensação de não ter dormido bem durante a noite?					
5. Fica apreensivo(a) quando uma aeronave está sobrevoando sua residência?					

---

6. Tem medo de que possa acontecer acidentes aéreos perto da sua residência por causa da proximidade ao aeroporto?

---

7. Pensa que as autoridades vão procurar meios de diminuir o ruído aeronáutico?

---

8. Pensa que tem a possibilidade do ruído piorar com o passar do tempo?

---

9. Sente que não há nada que você possa fazer para redução do ruído aeronáutico?

---

10. Já reclamou ou já pensou em reclamar para as autoridades?

---

11. Pensa em se mudar para outro bairro/cidade por causa do ruído aeronáutico?

---

**Seção II**

Nesta seção irá responder com relação às tuas atitudes diante da exposição ao ruído aeronáutico. A escala vai de *nunca*, caso discorde fortemente, até *sempre*, caso concorde fortemente, e NA para *não se aplica*, caso você não se depare com a situação específica.

Quando uma aeronave está sobrevoando sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
--	-------	-----------	----------	----------------	--------

1. Te incomoda no período diurno (07h -22h)?

2. Te incomoda no período noturno (22h – 07h)?

Quando está assistindo televisão e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
--	-------	-----------	----------	----------------	--------

1. Faz com que você aumente o volume dela?

2. Faz com que você coloque legenda devido à dificuldade de ouvi-la?

Quando está ouvindo música e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
--	-------	-----------	----------	----------------	--------

1. Faz com que você aumente o volume dela?

Quando está em uma conversa e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
---	-------	-----------	----------	----------------	--------

1. Faz com que você peça para a pessoa repetir o que está falando?

---

2. Faz com que você fale mais alto?

---

3. Faz com que você interrompa a conversa?

---

Quando uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
--	-------	-----------	----------	----------------	--------

1. Faz com que você feche a(as) janela(s)?

---

2. Faz com que você tenha dificuldade de se concentrar ao ler ou estudar?

---

3. Faz com que você se esqueça do que estava fazendo?

---

4. Faz com que você tenha dificuldade de se concentrar quando rezando, orando e/ou meditando?

---

Quando está dormindo ou relaxando e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
---	-------	-----------	----------	----------------	--------

1. Faz com que você acorde durante a noite?

---

2. Faz com que você demore a dormir ou tenha insônia?

---

3. Dificulta a relaxar?

---

**Seção III**

Esta seção gostaria de te conhecer melhor.

Sexo	Masculino	Feminino
Idade		
Endereço (Rua e Bairro)		
Escolaridade		
Tipo de residência		
Possui tratamento acústico	Sim	Não

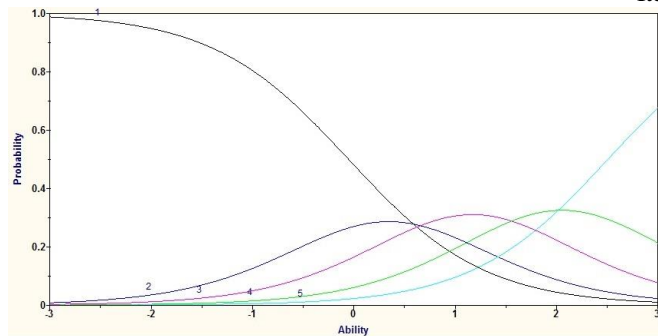
No que diz respeito a sua saúde, você...	Sim	Não	Comentários
1. Toma remédio para dormir?			
2. Sente que perdeu a audição com o passar do tempo?			
3. Toma remédio para hipertensão?			
4. Se sente preocupado com a saúde de seus familiares por causa do ruído aeronáutico?			



## APÊNDICE B

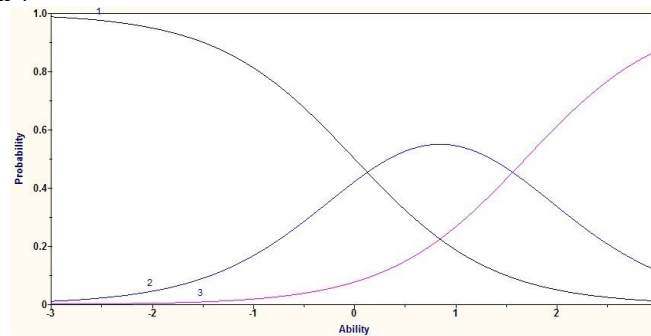
Curvas Características do Item para cada item antes e após a recategorização das categorias de resposta.

CCI anterior

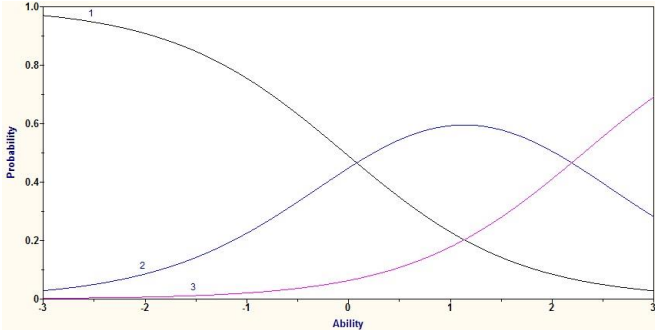
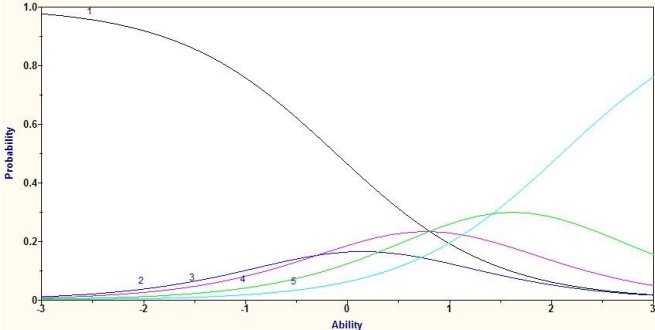


Item 4

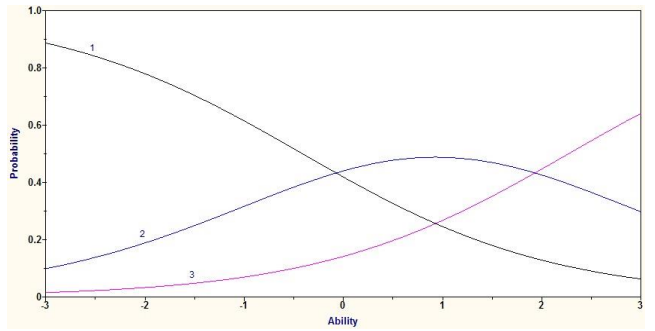
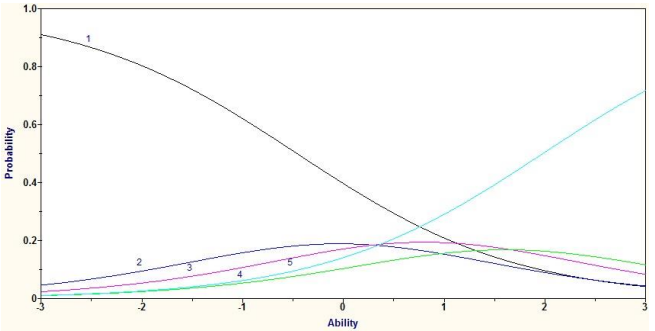
CCI após recategorização



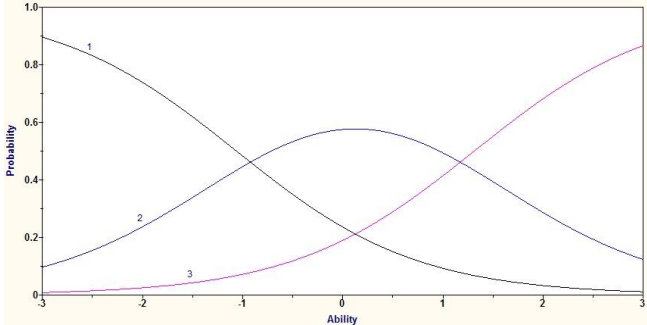
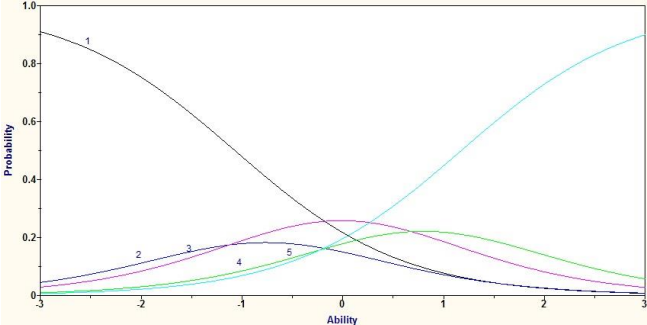
Item 5



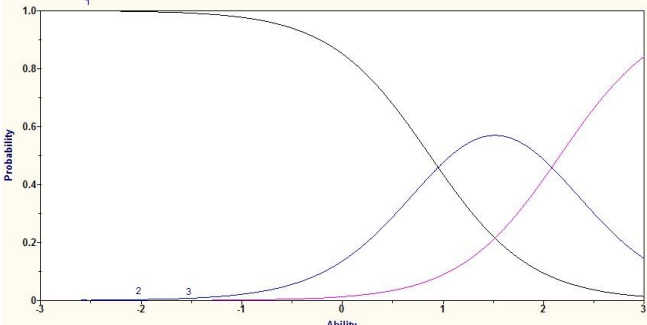
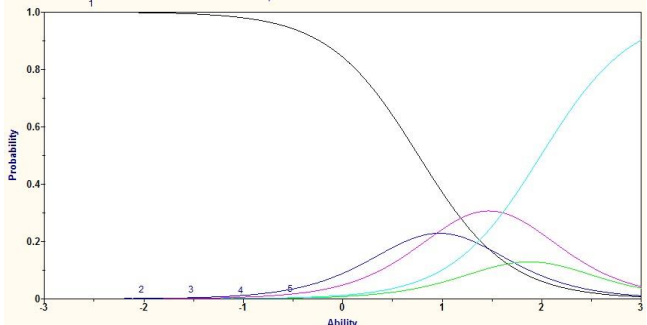
Item 6



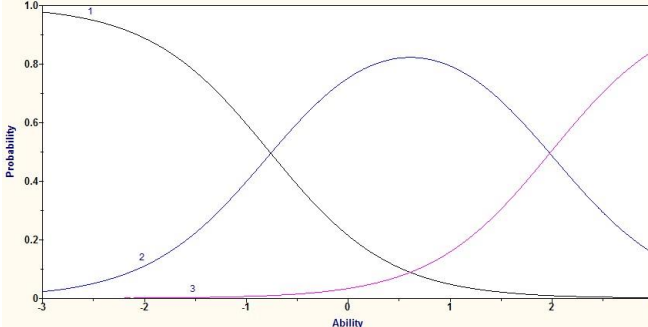
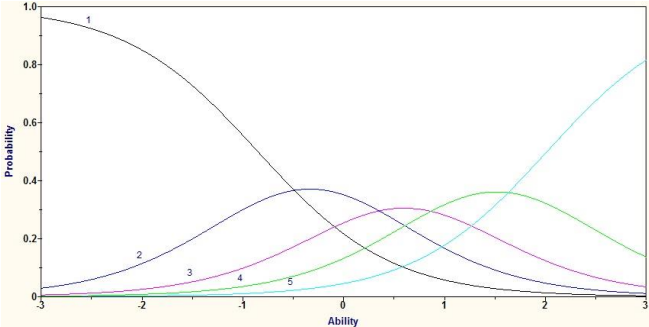
Item 7



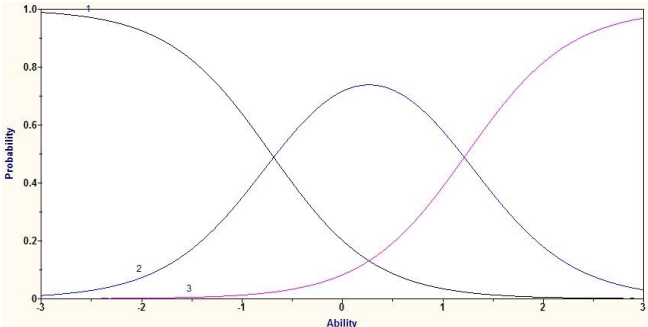
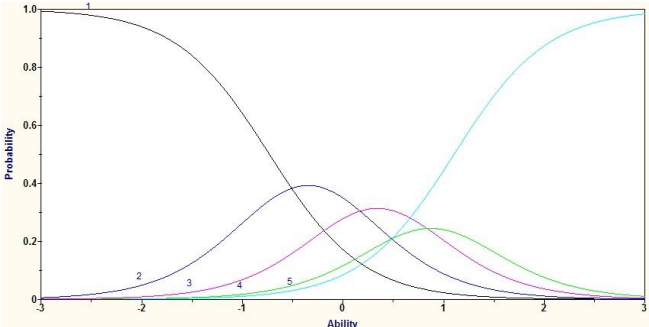
Item 8



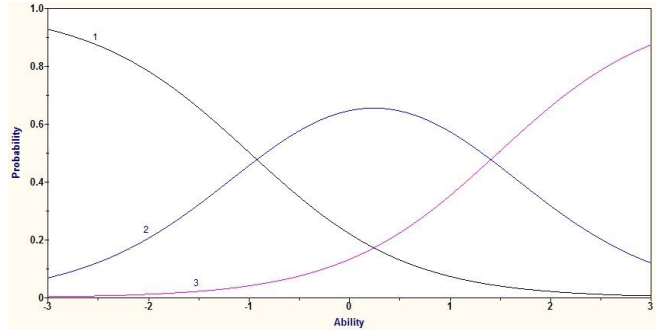
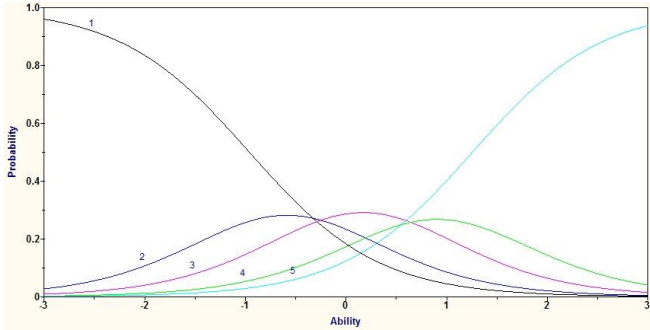
Item 9



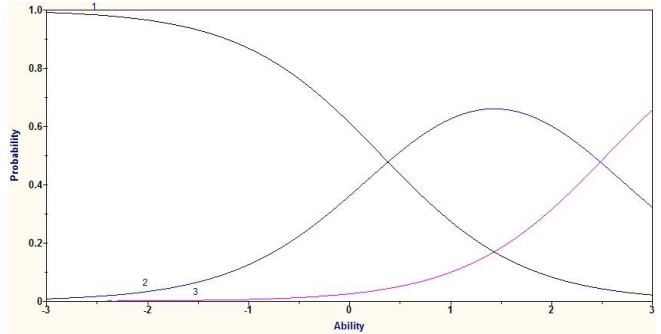
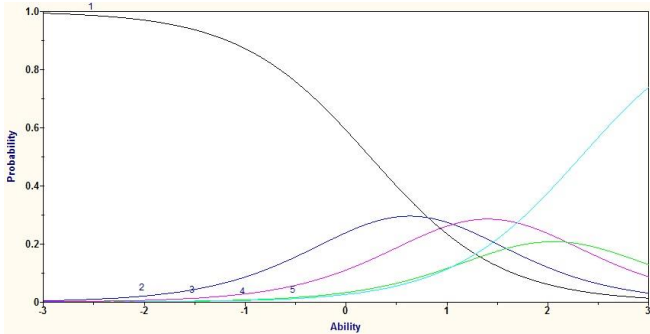
Item 10



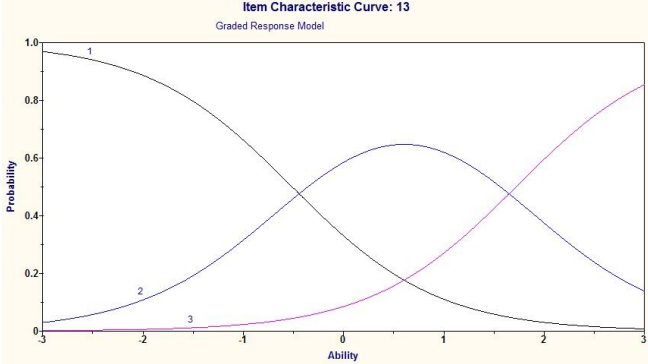
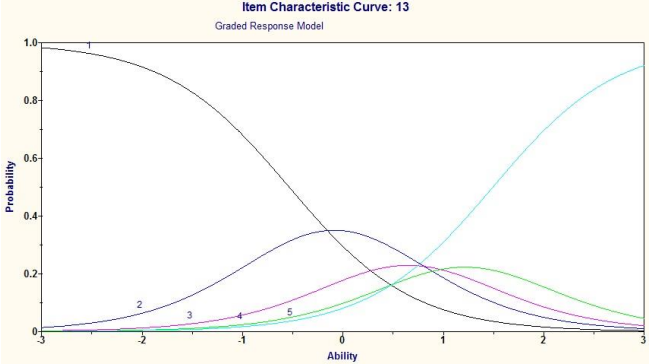
Item 11



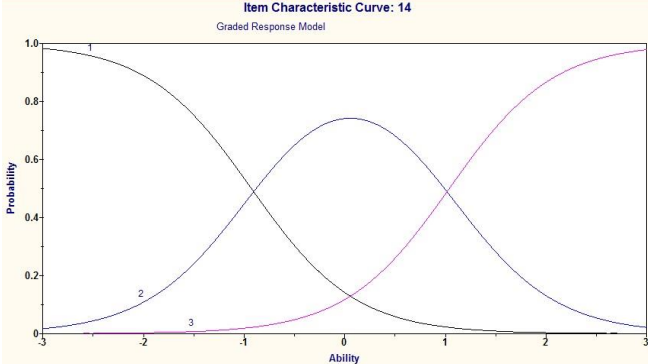
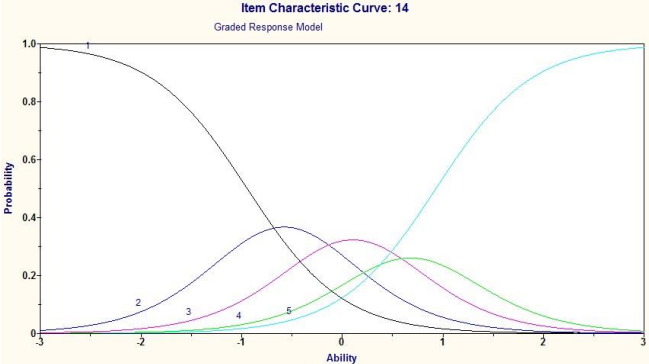
Item 12



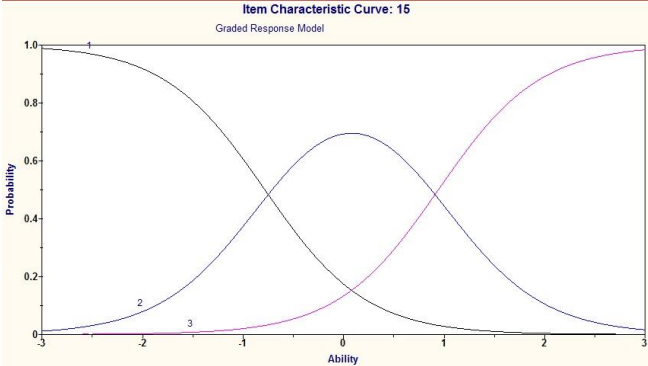
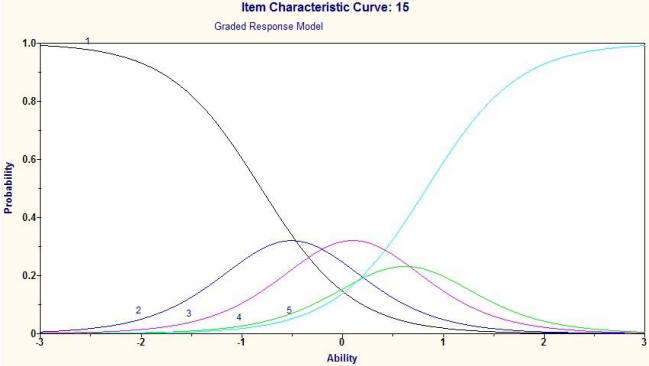
Item 13



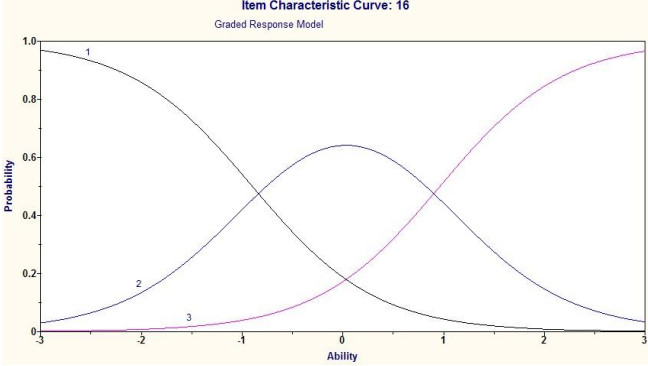
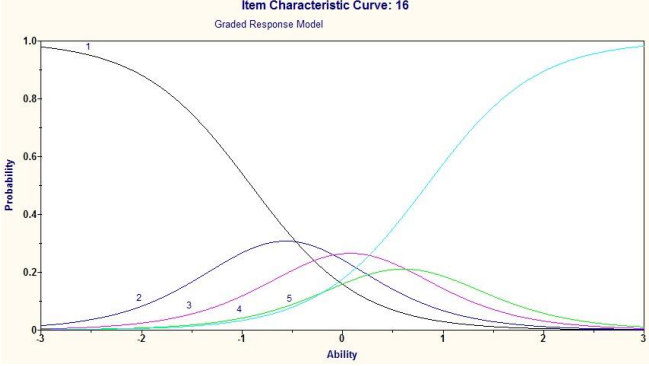
Item 14



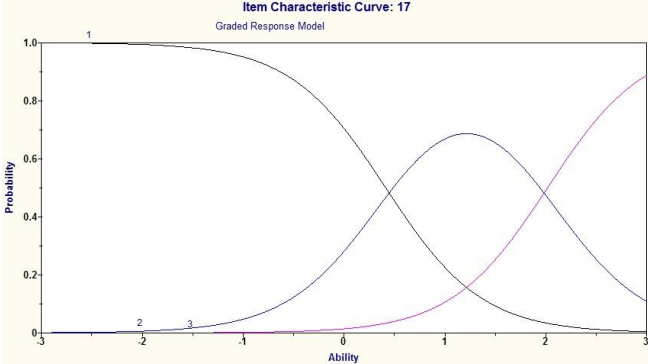
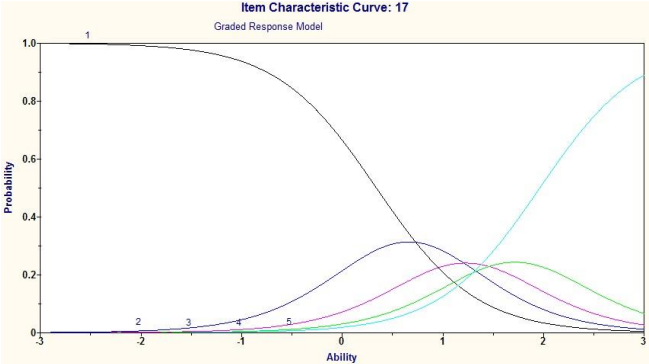
Item 15



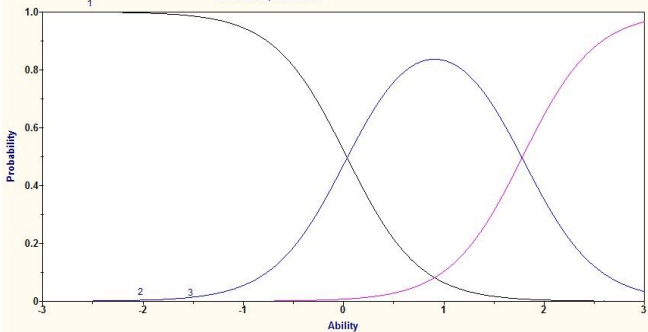
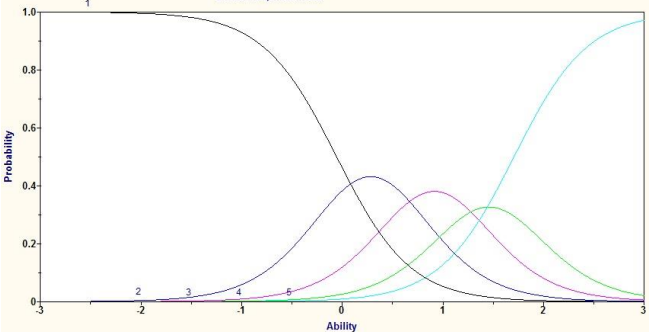
Item 16



Item 17

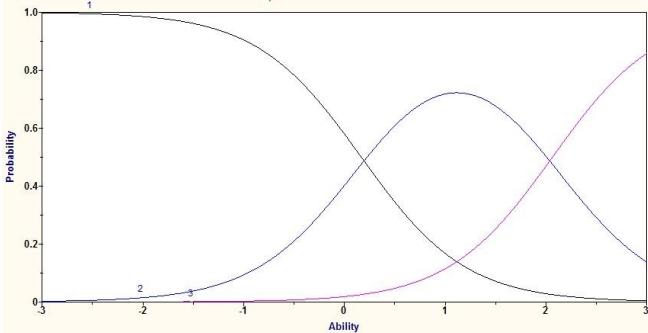
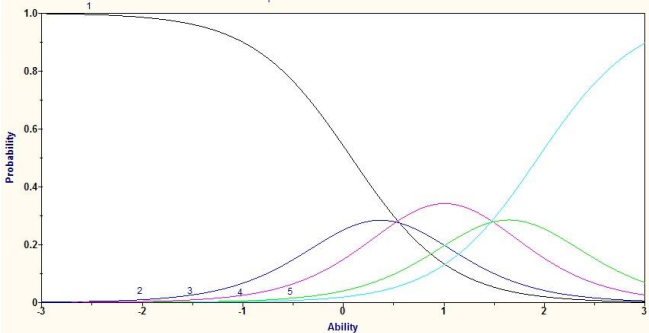


Item 18





Item 21



## APÊNDICE C

Questionário final elaborado, com a retiradas dos itens e recategorização das opções de resposta.

Prezado (a),

Me chamo Rebecca Bugarin Araujo, sou aluna de mestrado do programa de pós-graduação do departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Gostaria que você respondesse ao questionário que visa avaliar o nível de incômodo associado ao ruído aeronáutico da população que reside as proximidades do Aeroporto Internacional Hercílio Luz.

**Ressalto que suas perguntas serão utilizadas exclusivamente para fins acadêmicos e são confidenciais.**

### Seção I

Nesta seção você deverá responder de acordo com sua visão sobre as situações descritas. A escala vai de *nunca*, caso discorde fortemente, até *sempre*, caso concorde fortemente.

Perguntas	Nunca	Às vezes	Sempre
1. Se sente incomodado(a) por ruído de forma geral?			

Perguntas	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
2. Se sente incomodado com o ruído aeronáutico?					
3. Sente que, ultimamente, tem estado estressado ou irritado?					

Perguntas	Nunca	Às vezes	Sempre
4. Tem a sensação de não ter dormido bem durante a noite?			
5. Fica apreensivo(a) quando uma aeronave está sobrevoando sua residência?			
6. Tem medo de que possa acontecer acidentes aéreos perto da sua residência por causa da proximidade ao aeroporto?			
7. Pensa que tem a possibilidade do ruído piorar com o passar do tempo?			
8. Pensa em se mudar para outro bairro/cidade por causa do ruído aeronáutico?			

**Seção II**

Nesta seção irá responder com relação às tuas atitudes diante da exposição ao ruído aeronáutico. A escala vai de *nunca*, caso discorde fortemente, até *sempre*, caso concorde fortemente, e NA para *não se aplica*, caso você não se depare com a situação específica.

Quando uma aeronave está sobrevoando sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Às vezes	Sempre
9. Te incomoda no período diurno (07h -22h)?			
10. Te incomoda no período noturno (22h – 07h)?			
Quando está assistindo televisão e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Às vezes	Sempre
11. Faz com que você aumente o volume dela?			
12. Faz com que você coloque legenda devido à dificuldade de ouvi-la?			
Quando está ouvindo música e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Às vezes	Sempre
13. Faz com que você aumente o volume dela?			
Quando está em uma conversa e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Às vezes	Sempre
14. Faz com que você peça para a pessoa repetir o que está falando?			
15. Faz com que você fale mais alto?			
16. Faz com que você interrompa a conversa?			

Quando uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Às vezes	Sempre		
17. Faz com que você feche a(as) janela(s)?					
18. Faz com que você tenha dificuldade de se concentrar ao ler ou estudar?					
Quando uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
19. Faz com que você se esqueça do que estava fazendo?					
20. Faz com que você tenha dificuldade de se concentrar quando rezando, orando e/ou meditando?					
Quando está dormindo ou relaxando e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Às vezes	Sempre		
21. Faz com que você acorde durante a noite?					
Quando está dormindo ou relaxando e uma aeronave sobrevoa sua residência, o ruído gerado...	Nunca	Raramente	Às vezes	Frequentemente	Sempre
22. Faz com que você demore a dormir ou tenha insônia?					
23. Dificulta a relaxar?					

**Seção III**

Esta seção gostaria de te conhecer melhor.

Sexo	Masculino	Feminino
Idade		
Bairro		
Escolaridade		
Tipo de residência		
Possui tratamento acústico	Sim	Não

No que diz respeito a sua saúde, você...	Sim	Não	Comentários
1. Toma remédio para dormir?			
2. Sente que perdeu a audição com o passar do tempo?			
3. Toma remédio para hipertensão?			
4. Se sente preocupado com a saúde de seus familiares por causa do ruído aeronáutico?			

## APÊNDICE D

Etapa de identificação dos níveis âncoras, de acordo com as categorias âncoras para cada item do questionário.

**Tabela 6.1** – Identificação dos itens e níveis âncoras, de acordo com os critérios estabelecidos.

Item	Valor	Categoria de resposta	Escala de grau de incômodo associado ao ruído aeronáutico										Classificação	
			-1,5	-1	-0,5	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3		
Item 1	A	0,88928												Não âncora
	B(1)	-1,41302	Às vezes	0,481	0,591	0,693	0,778	0,846	0,895	0,930	0,954	0,970	0,981	
	B(2)	2,02666	Sempre	0,042	0,063	0,096	0,142	0,205	0,286	0,385	0,494	0,604	0,704	
	A	2,04352												
Item 2	B(1)	-1,34744	Raramente	0,423	0,670	0,850	0,940	0,978	0,992	0,997	0,999	1,000	1,000	Âncora
	B(2)	-0,26994	Às vezes	0,075	0,184	0,385	0,635	0,828	0,931	0,974	0,990	0,997	0,999	
	B(3)	0,83293	Frequentemente	0,008	0,023	0,062	0,154	0,336	0,585	0,796	0,916	0,968	0,988	
	B(4)	1,64904	Sempre	0,002	0,004	0,012	0,033	0,087	0,210	0,424	0,672	0,851	0,941	
	A	2,4625												
Item 3	B(1)	0,29807	Raramente	0,012	0,039	0,123	0,324	0,622	0,849	0,951	0,985	0,996	0,999	Âncora
	B(2)	0,95611	Às vezes	0,002	0,008	0,027	0,087	0,245	0,527	0,792	0,929	0,978	0,994	
	B(3)	1,54974	Frequentemente	0,001	0,002	0,006	0,022	0,070	0,205	0,469	0,752	0,912	0,973	

														(continuação)
Item 4	B(4)	2,19813	Sempre	0,000	0,000	0,001	0,004	0,015	0,050	0,152	0,380	0,678	0,878	
	A	1,46774												
Item 5	B(1)	-0,0004	Às vezes	0,100	0,187	0,324	0,500	0,676	0,813	0,900	0,950	0,975	0,988	Âncora
	B(2)	1,68555	Sempre	0,009	0,019	0,039	0,078	0,149	0,268	0,432	0,613	0,768	0,873	
Item 6	A	1,16795												
	B(1)	-0,03866	Às vezes	0,154	0,245	0,368	0,511	0,652	0,771	0,858	0,915	0,951	0,972	Âncora
Item 7	B(2)	2,30897	Sempre	0,012	0,021	0,036	0,063	0,108	0,178	0,280	0,411	0,556	0,691	
	A	0,7944												
Item 8	B(1)	-0,41363	Às vezes	0,297	0,386	0,483	0,581	0,674	0,755	0,821	0,872	0,910	0,938	Não âncora
	B(2)	2,27049	Sempre	0,048	0,069	0,100	0,141	0,197	0,267	0,352	0,446	0,545	0,641	
Item 9	A	1,10687												
	B(1)	-1,06344	Às vezes	0,381	0,518	0,651	0,764	0,849	0,908	0,945	0,967	0,981	0,989	Âncora
Item 10	B(2)	1,31311	Sempre	0,043	0,072	0,118	0,189	0,289	0,414	0,552	0,681	0,788	0,866	
	A	2,00225												
Item 11	B(1)	0,86976	Às vezes	0,009	0,023	0,061	0,149	0,323	0,565	0,779	0,906	0,963	0,986	Âncora
	B(2)	2,16238	Sempre	0,001	0,002	0,005	0,013	0,035	0,089	0,210	0,419	0,663	0,843	
Item 12	A	1,6868												
	B(1)	-0,77128	Às vezes	0,226	0,405	0,612	0,786	0,895	0,952	0,979	0,991	0,996	0,998	Âncora
Item 13	B(2)	1,9884	Sempre	0,003	0,006	0,015	0,034	0,075	0,159	0,305	0,505	0,703	0,846	



(continuação)

Item 10	A	1,94813												
	B(1)	-0,70816	Às vezes	0,176	0,362	0,600	0,799	0,913	0,965	0,987	0,995	0,998	0,999	Âncora
	B(2)	1,23639	Sempre	0,005	0,013	0,033	0,083	0,192	0,387	0,626	0,816	0,921	0,969	
Item 11	A	1,27136												
	B(1)	-0,99365	Às vezes	0,344	0,498	0,652	0,780	0,870	0,927	0,960	0,978	0,988	0,994	Âncora
	B(2)	1,47487	Sempre	0,022	0,041	0,075	0,133	0,225	0,353	0,508	0,661	0,786	0,874	
Item 12	A	1,42757												
	B(1)	0,318	Às vezes	0,069	0,132	0,237	0,388	0,565	0,726	0,844	0,917	0,958	0,979	Âncora
	B(2)	2,54092	Sempre	0,003	0,006	0,013	0,026	0,051	0,100	0,185	0,316	0,485	0,658	
Item 13	A	1,38036												
	B(1)	-0,51321	Às vezes	0,204	0,338	0,505	0,670	0,802	0,890	0,942	0,970	0,985	0,992	Âncora
	B(2)	1,71877	Sempre	0,012	0,023	0,045	0,085	0,157	0,270	0,425	0,596	0,746	0,854	
Item 14	A	1,94071												
	B(1)	-0,92845	Às vezes	0,248	0,465	0,697	0,858	0,941	0,977	0,991	0,997	0,999	1,000	Âncora
	B(2)	1,03818	Sempre	0,007	0,019	0,048	0,118	0,260	0,481	0,710	0,866	0,945	0,978	
Item 15	A	1,98679												
	B(1)	-0,78392	Às vezes	0,194	0,394	0,637	0,826	0,928	0,972	0,989	0,996	0,999	0,999	Âncora
	B(2)	0,94239	Sempre	0,008	0,021	0,054	0,133	0,293	0,529	0,752	0,891	0,957	0,984	

(continuação)

Item 16	A	1,63198												
	B(1)	-0,89954	Às vezes	0,273	0,459	0,657	0,813	0,908	0,957	0,980	0,991	0,996	0,998	Âncora
	B(2)	0,96267	Sempre	0,018	0,039	0,084	0,172	0,320	0,515	0,706	0,845	0,925	0,965	
Item 17	A	2,10147												
	B(1)	0,41243	Às vezes	0,018	0,049	0,128	0,296	0,546	0,775	0,908	0,966	0,988	0,996	Âncora
	B(2)	2,01522	Sempre	0,001	0,002	0,005	0,014	0,040	0,106	0,253	0,492	0,735	0,888	
Item 18	A	2,75969												
	B(1)	0,02995	Às vezes	0,014	0,055	0,188	0,479	0,785	0,936	0,983	0,996	0,999	1,000	Âncora
	B(2)	1,78431	Sempre	0,000	0,000	0,002	0,007	0,028	0,103	0,313	0,645	0,878	0,966	
Item 19	A	2,83318												
	B(1)	0,45946	Raramente	0,004	0,016	0,062	0,214	0,529	0,822	0,950	0,987	0,997	0,999	
	B(2)	0,99911	Às vezes	0,001	0,003	0,014	0,056	0,196	0,501	0,805	0,945	0,986	0,997	Âncora
	B(3)	1,46993	Frequentemente	0,000	0,001	0,004	0,015	0,060	0,209	0,521	0,818	0,949	0,987	
	B(4)	2,07296	Sempre	0,000	0,000	0,001	0,003	0,011	0,046	0,165	0,449	0,770	0,933	
Item 20	A	2,93305												
	B(1)	0,28077	Raramente	0,005	0,023	0,092	0,305	0,655	0,892	0,973	0,994	0,999	1,000	
	B(2)	0,84158	Às vezes	0,001	0,004	0,019	0,078	0,269	0,614	0,873	0,968	0,992	0,998	Âncora
	B(3)	1,32174	Frequentemente	0,000	0,001	0,005	0,020	0,082	0,280	0,628	0,880	0,969	0,993	
	B(4)	1,82322	Sempre	0,000	0,000	0,001	0,005	0,020	0,082	0,279	0,627	0,879	0,969	

(continuação)

Item 21	A	1,92191												
	B(1)	0,16619	Às vezes	0,039	0,096	0,217	0,421	0,655	0,832	0,928	0,971	0,989	0,996	Âncora
	B(2)	2,06378	Sempre	0,001	0,003	0,007	0,019	0,047	0,115	0,253	0,469	0,698	0,858	
A	2,65036													
Item 22	B(1)	0,41032	Raramente	0,006	0,023	0,082	0,252	0,559	0,827	0,947	0,985	0,996	0,999	Âncora
	B(2)	0,92376	Às vezes	0,002	0,006	0,022	0,080	0,245	0,550	0,822	0,945	0,985	0,996	
	B(3)	1,46619	Frequentemente	0,000	0,001	0,005	0,020	0,072	0,225	0,522	0,805	0,939	0,983	
	B(4)	1,96552	Sempre	0,000	0,000	0,001	0,005	0,020	0,072	0,226	0,523	0,805	0,939	
Item 23	A	3,14699												
	B(1)	0,23766	Raramente	0,004	0,020	0,089	0,321	0,695	0,917	0,982	0,996	0,999	1,000	Âncora
	B(2)	0,79662	Às vezes	0,001	0,003	0,017	0,075	0,282	0,655	0,901	0,978	0,995	0,999	
	B(3)	1,22794	Frequentemente	0,000	0,001	0,004	0,021	0,092	0,328	0,702	0,919	0,982	0,996	
	B(4)	1,72345	Sempre	0,000	0,000	0,001	0,004	0,021	0,093	0,331	0,705	0,920	0,982	

Fonte: elaborado pela autora.