



BERNARDO AGUIAR DE SOUZA PENHA

**MEMÓRIA, FAMILIARIDADE E
ANTECIPAÇÃO:**

**Um Estudo sobre a Influência da
Expectativa na Percepção Sonora**

CAMPINAS

2013



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE ARTES

BERNARDO AGUIAR DE SOUZA PENHA

**MEMÓRIA, FAMILIARIDADE E ANTECIPAÇÃO:
Um Estudo sobre a Influência da Expectativa na
Percepção Sonora**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Música do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de Mestre em Música. Área de concentração: Fundamentos Teóricos.

Orientador: JÔNATAS MANZOLLI

Este exemplar corresponde à versão final de Dissertação defendida pelo aluno Bernardo Aguiar de Souza Penha, e orientada pelo Prof. Dr. Jônatas Manzolli.

CAMPINAS
2013

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca do Instituto de Artes
Eliane do Nascimento Chagas Mateus - CRB 8/1350

P376m Penha, Bernardo Aguiar de Souza, 1987-
Memória, familiaridade e antecipação : um estudo sobre a influência da expectativa na percepção sonora / Bernardo Aguiar de Souza Penha. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Jônatas Manzolli.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Artes.

1. Expectativa (Psicologia). 2. Percepção auditiva. I. Manzolli, Jônatas, 1961-. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Artes. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Memory, familiarity and anticipation : a study about the influence of expectation on auditory perception

Palavras-chave em inglês:

Expectation (Psychology)

Auditory Perception

Área de concentração: Fundamentos Teóricos

Titulação: Mestre em Música

Banca examinadora:

Jônatas Manzolli [Orientador]

Luis Felipe de Oliveira


Adolfo Maia Junior

Data de defesa: 28-08-2013

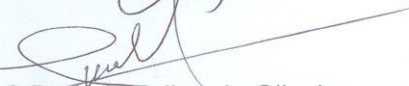
Programa de Pós-Graduação: Música

Instituto de Artes
Comissão de Pós-Graduação

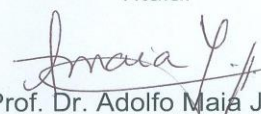
Defesa de Dissertação de Mestrado em Música, apresentada pelo Mestrando Bernardo Aguiar De Souza Penha - RA 042166 como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre, perante a Banca Examinadora:



Prof. Dr. Jônatas Manzolli
Presidente



Prof. Dr. Luís Felipe de Oliveira
Titular



Prof. Dr. Adolfo Maia Junior
Titular

Resumo: A interação de um indivíduo com os estímulos sonoros que o cercam é um estudo relevante, o qual dialoga com a pesquisa contemporânea sobre Cognição Musical. Esta dissertação foca esse campo temático a partir do estudo da percepção sonora, mais especificamente da noção de Antecipação vinculada ao aporte teórico da Psicologia da Expectativa, fundamentada por David Huron [2]. A partir desse recorte, desenvolvemos um estudo teórico e experimental sobre a relação entre Familiaridade [42] e Expectativa [2]. No nosso estudo os sujeitos foram submetidos à audição de estímulos/amostras sonoras apresentadas simultaneamente a um ruído mascarante. Nosso intuito foi verificar de que maneira a Expectativa sonora age no processo de escuta de sons com espectro sonoro complexo. Partimos do pressuposto de que há uma relação de proporção direta, ou seja, quanto mais familiar é um som, melhor o antecipamos. Para medir essa relação, utilizamos dois parâmetros psicoacústicos: *loudness* e tempo de resposta por ação reflexa. De acordo com nossa hipótese experimental, esperávamos que o quão mais familiar fosse o som, menores seriam o *loudness* e o tempo necessário para que houvesse uma resposta reflexa do indivíduo ao estímulo. Assim, a Familiaridade acarretaria uma melhor acuidade perceptiva e, como consequência, haveria uma melhora significativa na Antecipação. Após realizar um experimento piloto e um estudo final, obtivemos dados que, por análise estatística, forneceram suporte para confirmar a hipótese.

Palavras-chave: Expectativa. Antecipação. Familiaridade. Percepção Auditiva.

Abstract: The interaction of an individual with sound stimuli that surround him is a relevant study, which dialogues with the contemporary research on Musical Cognition. This dissertation focuses this subject field as from the study of sound perception, specifically the notion of Anticipation linked to the theory of the Psychology of Expectation, supported by David Huron (2006). From this point of view, we developed a theoretical and experimental study on the relationship between Familiarity (Yonelinas, 2002) and Expectation (Huron, 2006). In our study the

subjects underwent hearing sound stimuli/samples presented simultaneously with a masking noise. Our objective was to verify in which manner the sound Expectation would behave in the process of listening to sounds with complex sound spectrum. We assumed that there is a relationship of direct proportion, i. e., the more familiar a sound is, the better we anticipate it. In order to measure this relationship, we used two psychoacoustic parameters: loudness and response time by reflex action. According to our experimental hypothesis, we expected that the more familiar the sound was, the smaller the loudness and time needed to cause a reflex response of the individual to the stimulus should be. Thus, the Familiarity would entail a better perceptual accuracy, and consequently, there would be a significant improvement in the Anticipation. After conducting a pilot experiment and a final study, we obtained data, which with the necessary statistical analysis provided support to confirm the hypothesis.

Key Words: Expectation. Anticipation. Familiarity. Auditory Perception

Sumário

INTRODUÇÃO	Página 1
1. PSICOACÚSTICA	Página 7
1.1. Visão geral do funcionamento do aparelho auditivo	Página 7
1.2. Percepção de Intensidade Sonora	Página 11
1.3. Bandas Críticas	Página 15
1.4. <i>Loudness</i> , Bandas Críticas e Imagens Auditivas	Página 16
1.5. Mascaramento	Página 21
2. COGNIÇÃO	Página 27
2.1. Antecipação e Expectativa	Página 27
2.2. Memória, Expectativa e Familiaridade	Página 31
3. ESTUDOS	Página 37
3.1. Estudo Piloto	Página 37
3.2. Estudo Final	Página 62
ANÁLISE DOS DADOS	Página 69
CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES	Página 83
REFERÊNCIAS	Página 87
ANEXOS	Página 93

Agradecimentos:

Gostaria de agradecer imensamente todas as pessoas que fizeram, de alguma maneira, parte da minha vida nessa etapa, na qual tive de superar inúmeras situações fora da minha zona de conforto. As pessoas que participaram ativamente, me dando apoio, incentivando quando necessário e cobrando também quando o foi. As pessoas que me ofereceram conversas, as quais me fizeram pensar e crescer.

Sou eternamente grato à minha família que esteve sempre ao meu lado, mesmo com quilômetros de distância, e que, com todo o carinho e sem nunca duvidar de minha capacidade, me deu força e proporcionou tudo o que foi necessário para me tornar a pessoa que sou hoje.

Sou eternamente grato ao meu orientador, que desde a primeira aula me empolgou, que me ajudou muito a crescer intelectualmente, que me ajudou a superar muitas barreiras e que contribuiu muito para eu ser a pessoa que hoje eu sou.

Sou eternamente grato a cada um dos meus amigos e a cada momento que eu passei com cada um deles. Cada conversa. Sem eles também jamais seria a pessoa que hoje eu sou.

Obrigado.

Lista de tabelas:

Tabela 1: Respostas dos candidatos (válidos) para as 14 questões quantitativas.....	42
Tabela 2: Relação das médias e variâncias por questão.....	44
Tabela 3: Relação dos pesos de cada questão utilizados na ponderação das médias dos candidatos.....	45
Tabela 4: Em ordem decrescente, a pontuação dos candidatos.	45
Tabela 5: Nível de familiaridade por sujeito atribuído para cada amostra sonora.....	50
Tabela 6: Em ordem decrescente, as médias ponderadas por amostra sonora.	51
Tabela 7: Intensidade mínima necessária (em decibel) para percepção por sujeito para cada ES.	56
Tabela 8: Tempo absoluto (em milissegundos) por sujeito para cada ES.	57
Tabela 9: Média por parâmetro para cada ES (NF crescente).....	58
Tabela 10: Variância estatística por parâmetro para cada ES (NF crescente).....	58
Tabela 11: Média das médias por parâmetro para cada grupo de ES.	58
Tabela 12: Média das variâncias por parâmetro para cada grupo de ES.	59
Tabela 13: Intensidade sonora da Amostra (IA) por sujeito (S), para cada ES.....	70
Tabela 14: Intensidade sonora Total (IT) por sujeito (S), para cada ES.....	71
Tabela 15: Tempo Total de reação em segundos por sujeito (S) para cada ES.	73
Tabela 16: Média e desvio padrão por parâmetro para o ES 1.	74
Tabela 17: Nível de Familiaridade por sujeito (S), atribuído para cada ES.....	75
Tabela 18: Sujeitos que julgaram cada ES como “extremamente familiar”	76
Tabela 19: Dados e estatísticas referentes ao <i>Loudness</i> do ES 1.	79
Tabela 20: Dados e estatísticas referentes ao <i>Loudness</i> do ES 14.....	80
Tabela 21: Dados e estatísticas referentes ao <i>Loudness</i> do ES 16.....	80

Lista de figuras:

Figura 1: Desenho do ouvido externo, médio e interno, lugar no qual se encontra a cóclea e por consequência o Órgão de Corti..... 11

Figura 2: A área audível é o plano no qual sons audíveis podem ser exibidos. É a área compreendida entre o limiar mínimo de audibilidade (no silêncio) e o limiar da dor. Mostra as áreas normalmente englobadas pela fala e pela música. A parte pontilhada no limiar mínimo de audibilidade (no silêncio) resulta de sujeitos os quais frequentemente escutam música em um nível de amplitude muito intenso. O limiar mínimo de audibilidade no silêncio indica como função da frequência a pressão sonora de um som puro (senoidal) que é apenas audível. Fonte: Fastl & Zwicker [26]..... 13

Figura 3: Curvas de *Equal-loudness* aferidas por Fletcher e Munson em 1933 [48] (azul) e a revisão do ISO 226:2003 (vermelho) [47]..... 14

Figura 4: Essa figura retrata um filtro passa-faixa, com uma frequência central (F_c), as frequências de corte inferior (F_1) e superior (F_2) e a largura de banda. As frequências de corte superior e inferior são definidas como o ponto onde a amplitude diminui em um valor de 3dB abaixo da amplitude de pico. A largura de banda é a área entre as frequências limite superior e inferior, e é a faixa de frequências estimuladas pelo filtro. 16

Figura 5: Diagramas de escuta fora da frequência. O diagrama A mostra um filtro auditivo centrado na frequência do sinal e sinal parcialmente mascarante, o qual cai dentro do filtro, resultando em uma baixa razão sinal-ruído. O diagrama B mostra o próximo filtro ao longo da membrana basilar, que não está centrado no sinal, mas contém uma quantidade substancial do sinal e está menos mascarado. A opção pela percepção através dessa banca crítica, reduz o efeito mascaramento com um aumento da relação sinal-ruído. Diagrama adaptado de [27] 24

Figura 6: Fluxograma do método experimental, no qual apresentam-se as seis etapas do experimento..... 39

Figura 7: Média das médias por grupo de ES.....	60
Figura 8: Médias das variâncias por grupo de ES.....	60
Figura 9: Fluxograma do método experimental, no qual se apresentam as duas etapas do experimento.....	64
Figura 10: Intensidade da Amostra (IA) em azul e Intensidade Total (IT) em vermelho para cada sujeito (S) em relação ao ES 1. Este gráfico descreve a influência do mascaramento de intensidade produzido pela ruído branco.....	72
Figura 11: Tempo Total desde o início da exposição do ES 1 até o momento da percepção, em milissegundos.	74
Figura 12: Familiaridade por Amostra, do Sujeito 1.	77
Figura 13: Familiaridade por Amostra, para o Sujeito 12.....	77
Figura 14: Gráfico da Média da Familiaridade por ES.	78
Figura 15: Comparação entre as médias (azul) e os desvios padrão (verde).	78

Lista de equações:

Equação 1: Equação da definição do decibel, como função do Nível de Intensidade Sonora (NIS).....	11
Equação 2: Cálculo do <i>Loudness</i> [39].	21
Equação 3: Média por questão das respostas dos candidatos.....	43
Equação 4: Variância por questão das respostas dos candidatos a sujeito.....	43
Equação 5: Média ponderada das respostas por candidato a sujeito.....	44
Equação 6: Média ponderada do nível de familiaridade por amostra.	51
Equação 7: Média por ES das respostas dos sujeitos.	57
Equação 8: Variância por ES das respostas dos sujeitos.	57
Equação 9: Cálculo do valor de Tendência.....	81

Introdução

No dia a dia escutamos diversos sons, que se apresentam de diversificadas maneiras e com diferentes taxas de incidência. Ao escutarmos um ou outro som específico utilizamos de maneira automática nossa capacidade de identificar vários estímulos separadamente e de reconhecer suas fontes, o que indica que apesar de as vibrações produzidas por várias fontes sonoras estarem intrinsecamente sobrepostas no ar, somos capazes de discriminar essas vibrações com tanta fidelidade que sequer estamos conscientes do fato de que elas já estiveram misturadas.

Além disso, conseguimos perceber e reconhecer tais sons mesmo estando em ambientes com a ocorrência de grandes quantidades de estímulos sonoros concomitantes de intensidade sonora elevada, e fazemos isso com bastante eficiência. Por exemplo, é comum realizarmos conversas de maneira eficaz em grandes aglomerações de pessoas, como em ruas movimentadas, shoppings, grandes shows, etc. Ou mesmo conseguirmos identificar cada instrumento tocando simultaneamente em uma grande orquestra, ou em quaisquer outros grandes grupos musicais.

É bem conhecido na literatura o “*cocktail party effect*” no qual um indivíduo é capaz de focar a sua atenção auditiva em um único estímulo sonoro e separá-lo dos outros. Ou seja, o participante da festa pode se concentrar e discriminar um único diálogo dentro da sala mesmo na presença de alto ruído de fundo. Este fenômeno também é associado à capacidade que a maioria das pessoas tem de sintonizar uma só voz em detrimento das outras durante uma conversação. Também pode descrever o que ocorre quando se detecta imediatamente palavras importantes proveniente de estímulos independentes, por exemplo, quando se ouve o próprio nome numa outra conversa [51].

Ao se pensar sobre essa incrível capacidade do ser humano, podemos nos deparar com diversos questionamentos, como e de que maneira conseguimos realizar isso? Ou por que conseguimos identificar alguns sons de maneira mais eficiente do

que outros? Ou ainda, será que essa capacidade pode ser aprimorada com treinamento? Essas questões, e muitas outras que, de alguma maneira passam pelo âmbito da percepção sonora, tem sido estudadas por pesquisadores de diversas áreas como a Psicologia [52], a Neurociência da Audição [53, 54], a Psicoacústica [31], a Engenharia na área de processamento de sinais [55, 56] etc., uma vez que é um fenômeno cujo estudo desdobra-se num campo transdisciplinar.

O estudo sobre a percepção sonora mudou bastante desde o seu princípio. Segundo os relatos de Plomp [31], os teóricos da antiga abordagem, que durou até aproximadamente 1960, estudaram basicamente a percepção de sons puros, compostos por apenas uma parcial espectral (sinais senoidais), e como esses estímulos interagem na forma de batimentos e o que se sucede a partir de suas combinações. O fato de que os sons que escutamos diariamente não são senoidais mal era considerado, fazendo com que aspectos básicos como altura e timbre recebessem um tratamento insatisfatório. Mas é notório que houve grandes avanços no conhecimento, os quais produziram informações importantes sobre o poder de seletividade frequencial do ouvido, que nada mais é que a capacidade de decompor analiticamente um estímulo sonoro por bandas de frequência, e sobre a transferência dessa informação ao sistema nervoso central por meio dos nervos auditivos, como apresentado no trabalho de Shamma [57].

O quadro atual da pesquisa sobre a percepção auditiva mudou de duas maneiras. Em primeiro lugar, o papel das parciais espectrais recebeu muito maior atenção, tendo sido revisado o modo de como a percepção de altura é derivado do estímulo, e em segundo lugar, o estudo dos sons puros foi estendido a séries de sons sucessivos, esses dois aspectos estão bem analisados [57]. Esses avanços transformaram a concepção do funcionamento da percepção sonora. Mudou-se do ponto de vista, no qual o mecanismo de seletividade frequencial do ouvido era um processo passivo que poderia ser comparado de maneira análogo a uma série de filtros passa-faixa, para uma nova perspectiva em que os processos perceptivos da

audição não podem ser explicados unicamente por processos passivos, mas há processos ativos que também estão significativamente envolvidos.

Um dos processos ativos que influenciam o funcionamento da nossa percepção auditiva é a *Expectativa*, que resulta do mecanismo cognitivo da *Antecipação*. Segundo Huron [2], essa, e por consequência também a expectativa, é um mecanismo cognitivo que desempenha papel fundamental na sobrevivência do ser humano, a partir da qual ele pode se preparar para os acontecimentos futuros, e é o desenrolar dos acontecimentos e o embate entre os seus resultados com as expectativas o fator que gera as emoções - as respostas límbicas do organismo. Mas, além da importância para a sobrevivência, esses mecanismos também exercem influência na nossa relação com as artes em geral, e especificamente com a música, sendo fator importante na geração do significado musical, como pontua Huron [2].

Outro processo ativo que influencia o funcionamento da audição é a *Atenção*, a qual também desempenha um papel importante para a sobrevivência do ser humano. Vivendo em um mundo complexo, precisamos selecionar dentre a imensa quantidade disponível, a informação que é mais relevante no momento específico, e são os mecanismos da atenção, os responsáveis por essa seleção. Isso acontece em todos os sistemas perceptivos, inclusive no auditivo [25].

A partir do interesse suscitado do contato com essas questões, e do conhecimento adquirido em uma revisão bibliográfica dos estudos acerca desse assunto, nos propusemos a realizar essa pesquisa, com o objetivo geral de estudar a Cognição Sonora, no contexto de sons ambientais de espectro sonoro complexo, por meio de uma abordagem interdisciplinar que relaciona Psicoacústica [3], Psicologia da Antecipação [2], estudo sobre Atenção [25] e Familiaridade [42]. Mais especificamente, objetivamos desenvolver um método experimental fundamentado na noção de antecipação sonora, expectativa e familiaridade para avaliar o processo de interação com sons ambientais complexos.

Então, no intuito de buscar respostas às questões colocadas anteriormente e baseando-nos nas teorias referidas, chegamos a um modelo teórico que versa sobre a

influência da expectativa no processo da percepção sonora o qual foi testado experimentalmente nos estudos descritos no **Capítulo 3**.

Modelo Teórico

Convivemos com uma grande diversidade de sons, os quais se apresentam nos mais variados conjuntos e categorias timbrísticas. Os sons mais familiares modulam a nossa expectativa aumentando a suscetibilidade e capacidade de discriminação dos mesmos. Em outras palavras, numa sequência de estímulos sonoros variados, os sons familiares são percebidos mais facilmente que os outros – antecipamos melhor sons conhecidos, como reportado por Yonelinas [42].

A partir do referencial teórico relacionado com as idéias de Huron [2], de Knudsen [25], de Yonelinas [42] e de Zhang & Ghorbani [43], apresentado nos **Capítulos 1 e 2**, a pesquisa aqui reportada sustenta-se num ponto de vista que a todo e qualquer som pode-se atribuir uma gradação, uma escala associada ao Nível de Familiaridade (NF) de um indivíduo a um som. O NF é influenciado por quatro fatores, sendo eles:

- 1) *Existência de uma experiência prévia com o estímulo sonoro em questão ou com outros sons pertencentes à mesma categoria;*
- 2) *Quantidade de contato ou taxa de recorrência com esse estímulo;*
- 3) *Nível de processamento ou capacidade discriminatória por parte do ouvinte em relação ao estímulo;*
- 4) *Taxa de esquecimento.*

Ou seja, se houver um contato prévio com estímulos da mesma categoria de som, quanto maior tiver sido a quantidade de exposições ao estímulo, quanto mais

eficiente for o processamento, e quanto menor for o tempo entre o último contato e o contato atual, maior será a *Familiaridade* do indivíduo com o estímulo sonoro em questão [43].

Na discussão teórica que fazemos nos **Capítulos 1 e 2**, discorreremos que o nível de familiaridade está intimamente relacionado ao nível de expectativa que um indivíduo tem em relação a eventos sonoros futuros. Segundo Huron [2], sons considerados mais familiares são mais esperados no processo antecipatório. Os indivíduos criam maiores níveis de expectativa de escuta, e por isso estão mais aptos a respostas relacionadas a esses sons. Isso sugere um papel atuante da expectativa na percepção sonora, possibilitando o aguçamento perceptivo para um estímulo sonoro específico.

Discutiremos também que a interferência da expectativa no processo perceptivo está intimamente ligada à atenção, ou mais especificamente ao seu controle de alto-nível (*top-down*) o qual é o direcionamento do foco de atenção através do sistema nervoso central, com atuação significativa do Córtex Pré-frontal. Pesquisas recentes, demonstram que esse processo direciona o foco de atenção para as características espectrais do som esperado [25]. Desta forma, amplia-se a sensibilidade perceptiva específica, melhorando a resposta ao estímulo sonoro ainda que outros sons presentes formem um plano de fundo sonoro ruidoso, criando o efeito conhecido como *Mascaramento*, como descrito por [26].

Em suma, uma vez que um som tenha um alto nível de familiaridade a ele atribuído pelo Sujeito, a expectativa de escutá-lo é alta. Isto faz com que o controle de alto-nível (*top-down*) intervenha no processo perceptivo, direcione o foco de atenção para o som esperado e aumente a sensibilidade perceptiva para as características espectrais presentes nesse sinal sonoro, causando como resultado a percepção desse estímulo com menor *loudness* e em menor tempo.

A partir do ponto de vista teórico apresentado nos parágrafos anteriores, podemos apresentar a seguir a três hipóteses com as quais desenvolvemos a nossa pesquisa:

- a) O Nível de Familiaridade sonora está relacionado à antecipação.
- b) O tempo de resposta discriminatória é dado em função do Nível de Familiaridade (NF).
- c) Mesmo na presença de um som mascarante, esta relação continua efetiva.

Nos próximos dois capítulos, apresentamos, então, os pressupostos teóricos que sustentam nossas hipóteses e elucidamos de que modo elas se entrelaçam para fundamentar o nosso modelo de percepção sonora que posteriormente foi testado nos experimentos apresentados no **Capítulo 3**.

1 Psicoacústica

1.1 Visão geral do funcionamento do aparelho auditivo

A psicoacústica é a ciência que estuda como se dá o processo de percepção sonora a partir da interação do sistema auditivo humano com o estímulo acústico [26]. Estuda-se como os sons, sob a forma de ondas de compressão e expansão do meio elástico (o ar), chegam e são processados pelo ouvido e identificados pelo cérebro de modo a dar ao ouvinte informações úteis sobre o ambiente ao seu redor. Do ponto de vista da psicoacústica, o som é um fenômeno físico, cujo potencial perceptivo só se manifesta com a participação de um receptor. Em termos gerais, como descrito em Pierce [3], tal fenômeno acontece em um meio elástico, no qual a variação de pressão nesse meio gera ondas longitudinais que se propagam até o ouvido do receptor, passando pelo ouvido externo. No fim do canal auditivo, encontra-se o tímpano, cujo estímulo, produzido por tais ondas, ocasiona o deslocamento de ossículos (martelo, bigorna e estribo), os quais amplificam a vibração mecânica e atingem uma membrana chamada de janela oval. Essa janela marca o começo de uma cavidade na estrutura óssea do crânio, a qual é chamada de cóclea. A cavidade é preenchida por um líquido que provoca a movimentação de pequenas fibras capilares, presentes numa membrana que segmenta a cóclea em dois hemisférios. Essa membrana é denominada de membrana basilar, revestida de células ciliadas. A movimentação das fibras capilares das células ciliadas é transformada em sinais elétricos e que, por sua vez, são transmitidos ao córtex cerebral através dos dois nervos auditivos.

Todo som, quer seja produzido por um instrumento musical ou por uma laringe humana vibrante, pode ser descrito fisicamente como uma variação de pressão do ar. A duração do período de vibração determina a altura do som, enquanto que a forma de onda determina o timbre. O ouvido é capaz processar sons em tal maneira que altura e timbre de cada som individual é traçado, ainda que ocorram

simultaneamente. Isso funciona em um processo de duas etapas: uma análise direta seguida de uma síntese parcial para contrapor a primeira etapa rígida. A primeira etapa ocorre na cóclea por meio de um sistema hidromecânico que analisa o som em componentes senoidais, como descrito a seguir na anatomia do ouvido interno e externo.

Nós somos também auditivamente capazes de distinguir entre as diferentes componentes espectrais de um som. Plomp e Mimpen [37] realizaram experimentos nos quais ouvintes eram expostos a três sons diferentes, um som complexo, formado pelas parciais frequenciais f , $2f$, $3f$, $4f$, até Nf , um som senoidal com a frequência nf , e outro som senoidal com a frequência $(n+1/2)f$, sendo que $n= 1, 2, 3, 4, \dots$. Os ouvintes podiam trocar entre os 3 sons, com a tarefa de decidir qual som senoidal estava também presente no som complexo. Esse procedimento oferece ao ouvinte o meio ideal de direcionar a atenção para o componente a ser escutado. Eles obtiveram como resultado um limiar médio de 5 ou 6 parciais espectrais distinguíveis, e que apenas as que estavam separadas por mais de 20% poderiam ser escutadas individualmente, o que apresentou evidências adicionais às distâncias frequenciais da membrana basilar conhecidas como bandas críticas.

Moore e Ogushi [38] também realizaram testes, com complexos sonoros inarmônicos, os quais eram compostos por componentes espectrais igualmente separados em termos de bandas críticas. Eles descobriram que o nível de audibilidade aumentou de 46% nos espaçamentos mais estreitos de três quartos ($3/4$) de banda crítica para 90% nos espaçamentos mais amplos de 2 bandas críticas. Concluíram que o limite da habilidade dos ouvintes para escutar as parciais de um som complexo concordam bastante bem com o poder de seletividade de frequência do ouvido.

No entanto, a experiência de escutar sons complexos nas situações do dia a dia, também indicam que o estágio de separação das frequências ao longo da membrana basilar no ouvido interno é aparentemente seguido de um processo que anula essa análise em parciais separados da primeira etapa. O que acontece é que esse processo utiliza das razões frequenciais entre as parciais para produzir uma percepto gestáltico

do som complexo (como descrito a seguir na seção 1.4). Segundo Plomp [31], testes de escuta informais indicam que enquanto esses desvios forem menor do que 0,5% as parciais permanecem fundidas, e quanto maiores forem os desvios, mais os sons complexos perdem sua altura inequívoca e integridade e começam a soar mais como um conjunto de sons independentes.

Segundo Fastl e Zwicker [26], existe uma diferença no nível de pressão sonora perto do tímpano causada pelo corpo do indivíduo, principalmente pelos ombros, cabeça, ouvido externo e canal auditivo¹. Os ombros influenciam o nível de pressão sonora mais efetivamente acima de 1500 Hz por meio de sombreamento e reflexão [27]. A função do ouvido externo é coletar a energia do som e transmitir essa energia através do canal externo até o tímpano. Há duas vantagens principais da existência do ouvido externo:

- a) Proteger o tímpano e o ouvido médio de danos.
- b) Possibilitar que o ouvido interno fique localizado bem próximo ao cérebro. Isso diminui o comprimento dos nervos auditivos e possibilita um tempo de transmissão curto para os respectivos potenciais de ação.

Além disso, esse canal exerce uma forte influência na resposta em frequência do órgão auditivo. Funciona como um tubo aberto com uma extensão de 2 cm, correspondendo a um tamanho de onda de frequências perto de 4 kHz. Como afirmam [26], é o ouvido externo que é responsável pela alta sensibilidade de nosso órgão auditivo nesse âmbito de frequência, indicado pelo declive no limiar mínimo de audibilidade no silêncio por volta dos 4 kHz. No entanto essa alta sensibilidade é também responsável pela suscetibilidade a danos nessa região frequencial.

O som que afeta o ouvido externo consiste de oscilações em partículas de ar e o ouvido interno contém fluidos que circundam as células sensitivas. Para que essas células sejam excitadas é necessário produzir oscilações nos fluidos, ou seja, as oscilações das partículas de ar com pequenas forças, mas grandes deslocamentos,

¹ Comparação feita por meio de uma medição realizada por um microfone no ambiente externo e uma medição realizada no canal auditivo do sujeito [26].

devem ser transferidas em movimentos dos fluidos com grandes forças, mas pequenos deslocamentos.

Para evitar grande perda de energia com reflexões, uma transformação deve ocorrer no ouvido médio, para equiparar a impedância² dos dois fluidos (água dentro e ar fora). O tímpano cumpre essa função de receptor de pressão em um âmbito largo. E esses movimentos do tímpano são transmitidos pelos ossículos para o ouvido interno, o qual é responsável pela sensibilidade na região de 1 kHz.

O ouvido interno (cóclea) tem um formato de caracol e é cravado no osso temporal que é extremamente rígido. A membrana basilar é estreita na base mas aproximadamente 3 vezes maior no ápice. A cóclea forma 2 voltas e meia, permitindo a membrana ter um tamanho de aproximadamente 32 mm.

A função do órgão de Corti³, que é localizado na membrana basilar é transformar as oscilações mecânicas no ouvido interno em um sinal que pode ser processado pelo sistema nervoso. Há aqui várias células de suporte e as muito importantes células sensoriais, ou células ciliares. Essas células estão organizadas em uma linha de células ciliares internas na parte interna do órgão de Corti, e três linhas de células ciliares externas perto do meio do órgão de Corti. Entre os dois tipos de células sensoriais, as mais proeminentes células de suporte, as células pilar, formam o túnel interno. As células ciliadas externas parecem ser responsáveis por aumentar a sensibilidade a sons de baixa intensidade, mas suas respostas saturam em altas intensidade, situação na qual o efeito das células ciliadas externas é provavelmente mínimo.

² A impedância indica quanta pressão sonora é gerada pela vibração de moléculas de um meio acústico específico - no caso o ouvido médio - em uma dada frequência [27].

³ Para mais informações, ver [26] e [27].

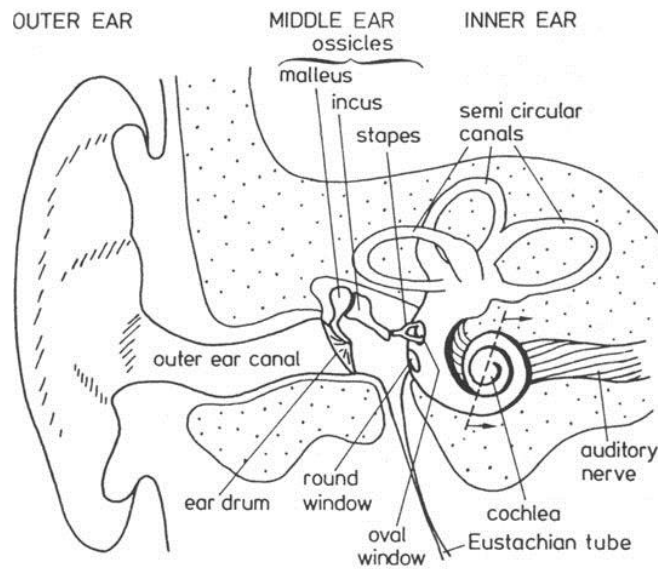


Figura 1: Desenho do ouvido externo, médio e interno, lugar no qual se encontra a Cóclea e por consequência o Órgão de Corti.

1.2 Percepção de Intensidade Sonora

Uma fonte sonora, como uma pessoa falando, um trombone, ou alto-falantes, irradiam ondas sonoras, cuja força total nós podemos medir em watts, a mesma medida que usamos para medir energia elétrica. Essas ondas sonoras espalham por todas as direções, por isso a medida de potência, ou energia, de uma onda sonora que chega em nossos ouvidos é a densidade de potência em watts por metro quadrado. Essa é a intensidade da onda sonora [3].

Mas ao invés de especificar a densidade de potência ela mesma, é de costume especificar quantas vezes de fato a potência é maior que a potência de uma onda sonora de referência (10^{-12} watt por metro quadrado), que é o som mais fraco que podemos ouvir. Essa relação de intensidade é o *nível de intensidade*, a qual é medida em decibel (dB). A definição padrão de decibel é dada pela seguinte formulação:

$$dB_{NIS} = 10 \log(I/I_0)$$

Equação 1: Equação da definição do decibel, como função do Nível de Intensidade Sonora (NIS).

Onde:

I = intensidade acústica;

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2.$$

O estímulo pode ser descrito por meios físicos em termos de nível de pressão sonora, frequência, duração, etc. Essas magnitudes físicas estão correlacionadas com as magnitudes psicofísicas de *loudness*, altura, e duração subjetiva, as quais são chamadas de sensações auditivas. Estímulos físicos somente levam às sensações auditivas, se suas magnitudes físicas estiverem contidas dentro do âmbito relevante para o órgão auditivo [26].

Assim como nós podemos descrever um estímulo por suas características físicas separadas, nós podemos também considerar várias sensações auditivas separadamente. Pequenas variações nas magnitudes físicas do estímulo não necessariamente levam à variações nas magnitudes sensitivas, porque existem passos intervalares mínimos nas magnitudes sensitivas, e apenas passos maiores que esses intervalos causam uma diferença na magnitude perceptiva.

O quanto um som é percebido como intenso depende de quem está escutando. Por exemplo, um som que é inaudível para uma pessoa pode estar 10 ou 20 dB acima do menor nível audível para outra. A nossa habilidade de detectar o *loudness* de um som depende de sua frequência, assim como de sua intensidade física (densidade de energia).

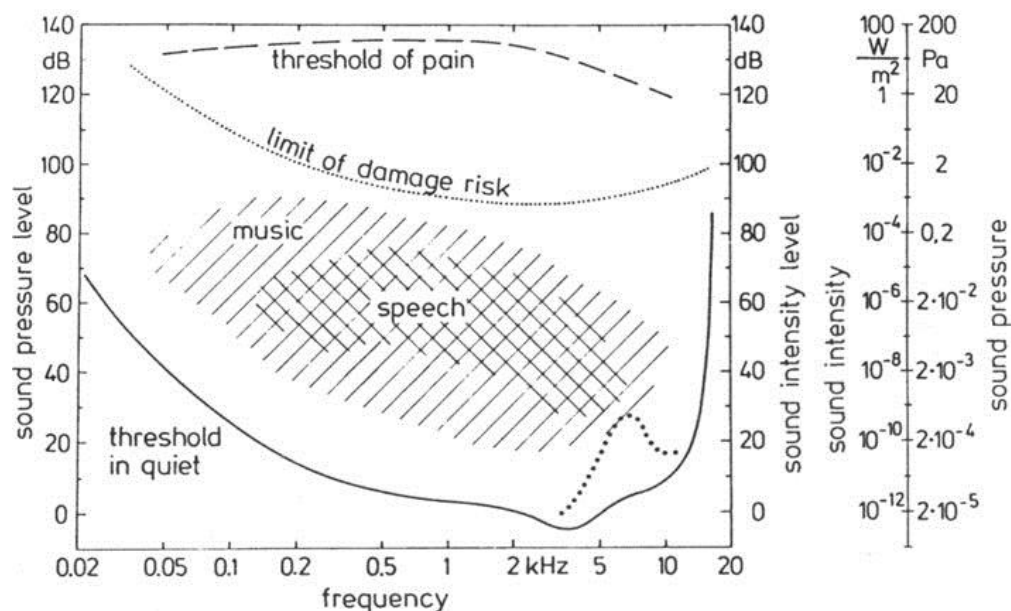


Figura 2: A área audível é o plano no qual sons audíveis podem ser exibidos. É a área compreendida entre o limiar mínimo de audibilidade (no silêncio) e o limiar da dor. Mostra as áreas normalmente englobadas pela fala e pela música. A parte pontilhada no limiar mínimo de audibilidade (no silêncio) resulta de sujeitos os quais frequentemente escutam música em um nível de amplitude muito intenso. O limiar mínimo de audibilidade no silêncio indica como função da frequência a pressão sonora de um som puro (senoidal) que é apenas audível. Fonte: Fastl & Zwicker [26].

Por que a percepção de intensidade depende da frequência, para manter o *loudness* de um som constante é necessário alterar a intensidade física de acordo com a região de frequência. O ouvido possui uma maior sensibilidade para a região de frequências por volta de 1 kHz, que é a região em que se encontram os sons produzidos pela fala, e quanto mais para o grave ou para o agudo maior deverá ser a intensidade física para que se mantenha o *loudness* constante. A figura a seguir mostra curvas em que a percepção da intensidade é constante, tomando como base a intensidade medida para a frequência de 1 kHz.

Pode-se verificar também que um som, cuja frequência encontra-se nos limiares da percepção humana, deve ter uma amplitude maior, e quanto mais a frequência estiver próxima da região média do âmbito da percepção, menor será a amplitude, para que se mantenha a sensação de intensidade constante. Quando há a interação entre dois sinais, essa curva de *equal-loudness* sofre alterações principalmente na região de proximidade entre as duas frequências. Pode-se perceber

que o ouvido humano é muito mais sensível na faixa de 2 a 4 kHz. A fala humana se situa aproximadamente entre 500 Hz e 2 kHz, sendo que as frequências mais baixas correspondem às vogais e as frequências mais altas às consoantes.

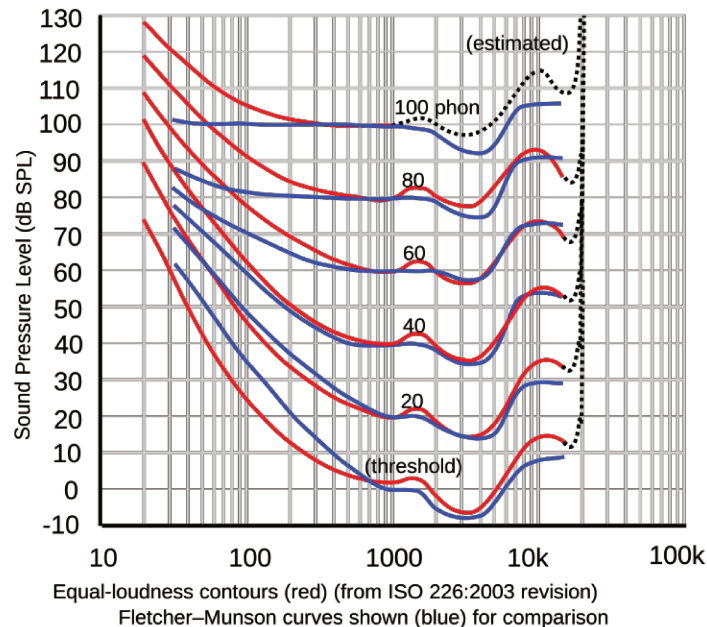


Figura 3: Curvas de *Equal-loudness* aferidas por Fletcher e Munson em 1933 [48] (azul) e a revisão do ISO 226:2003 (vermelho) [47].

As curvas de *iso-loudness* (*equal-loudness*), as quais foram aferidas experimentalmente, são medidas em *phons*, que é a medida do nível de *loudness*. O número de *phons* de qualquer uma das curvas é basicamente o nível de pressão sonora, em decibel, de um som puro igualmente intenso a um som em 1 kHz, ou seja, somente na frequência de 1 kHz é que o número de *phons* se iguala ao número de decibels.

Um grito é diferente de um tom normal de voz, tanto em espectro quanto em como o espectro varia com o tempo. Os instrumentos musicais tocados levemente e intensamente também apresentam diferentes espectros, os quais variam diferentemente com o tempo. Nós julgamos um som como intenso ou como suave, em parte, pela percepção de esforço físico, mas talvez também julguemos por perceber

inconscientemente um espectro sonoro mais amplo ou mais restrito no âmbito de frequências.

Os sistemas sensoriais possuem uma propriedade geral de que a resposta neural a estímulos de longa duração decaem rapidamente após o ataque para alcançar um taxa de ativação com equilíbrio estável algum tempo depois. Mas, apesar disso, nota-se que o *loudness* de sons com intensidade moderada ou alta não decai com o tempo, como mencionado em [26].

O *loudness* é também afetado pela presença de sons mascarantes. Foi observado que, assim como o *loudness* aumenta acentuadamente quando a intensidade do estímulo alvo é aumentada acima do limiar mínimo de audibilidade, o *loudness* também aumenta acentuadamente quando a intensidade do estímulo alvo é aumentada acima do limiar de mascaramento [35; 36].

1.3 Bandas Críticas

O termo Banda Crítica (BC), introduzido por Harvey Fletcher na década de 1940 [33], refere-se às faixas de mesmo tamanho físico na membrana basilar, que percebem uma região específica de frequências, funcionando como um filtro auditivo passa-faixa⁴, centralizado em uma frequência específica e com uma largura de banda delimitada. Cabe esclarecer aqui que quando utilizamos o termo “filtro” referimo-nos ao conceito derivado da Teoria de Sinais [58] no qual um filtro é um dispositivo que estimula determinadas frequências e atenua as outras. Em particular, um filtro passa-banda (passa-faixa) permite que uma gama de frequências dentro da largura de banda (vide *bandwidth* na figura 3) passem por ele, enquanto atenua aqueles que estão fora das frequências da corte (vide F_c na figura 3).

⁴ Um filtro passa-faixa é um dispositivo que permite somente a passagem de frequências de uma certa faixa e rejeita ou atenua as frequências fora dela.

Assim, dois estímulos auditivos cujas componentes espectrais possuem diferença de frequência menor que a largura de uma BC (*bandwidth*, na figura 3), não são percebidos separadamente. E a esse fenômeno damos o nome de “batimento”. Os batimentos e as larguras das BCs estão intimamente ligados à incapacidade de o mecanismo de análise de frequência em relação à estímulos com frequências próximas. Ou seja, as BCs estão também relacionadas com fenômenos de mascaramento auditivo, os quais têm amplas implicações, principalmente na complexa relação entre *loudness* e intensidade sonora.

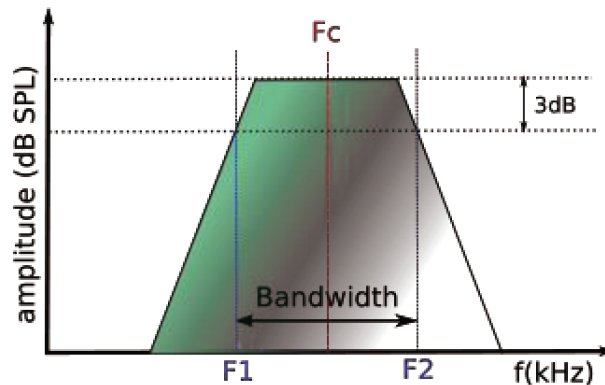


Figura 4: Essa figura retrata um filtro passa-faixa, com uma frequência central (F_c), as frequências de corte inferior (F_1) e superior (F_2) e a largura de banda. As frequências de corte superior e inferior são definidas como o ponto onde a amplitude diminui em um valor de 3dB abaixo da amplitude de pico. A largura de banda é a área entre as frequências limite superior e inferior, e é a faixa de frequências estimuladas pelo filtro.

1.4 Loudness, Bandas Críticas e Imagens Auditivas

A Audição e a cognição não devem ser compreendidas como etapas diferentes da escuta, i.e., que os processamentos *bottom-up* (baixo nível) levam às sensações e subsequentemente que os processamentos *top-down* (alto nível) são empregados para interpretar essas sensações. De fato, a situação é muito mais complexa, com os dois processos ocorrendo em paralelo. Um mesmo som pode ser percebido diferentemente

dependendo das extrapolações conscientes ou inconscientes do ouvinte ou seja, o que percebemos auditivamente depende da nossa expectativa de escutar [31].

Todos sabemos que, assim como podemos distinguir entre diferentes objetos visuais, o sistema auditivo também é capaz de distinguir diferentes sons. Isso vale tanto para sons individuais, como notas sucessivas de uma melodia, ou vogais e consoantes de uma palavra, quanto para sons simultâneos, como múltiplos instrumentos em um concerto ou uma mistura de vozes numa festa (*“cocktail party”*, como já mencionamos na introdução da dissertação, vide [51]).

Mas isso é só uma parte de um processo complexo, pois cada som individualmente é composto de várias componentes frequenciais. Ou seja, além de o ouvido poder distinguir entre várias componentes frequenciais de uma fonte sonora individual, ele pode também distinguir entre várias componentes frequenciais originadas de diferentes fontes sonoras. O ouvido separa as componentes segundo a primeira categoria, mas não referente à segunda, o que quer dizer que agrupa as componentes espectrais por fontes sonoras, possibilitando a distinção entre elas. A percepção sonora de fontes complexas é tratada no trabalho recente de Shamma, vide [57].

A primeira etapa da percepção envolve uma análise espectral na cóclea, com características específicas de tempo e frequência. Por conseguinte, informações analíticas são extraídas pela percepção categórica, e informação holística é extraída por reconhecimento de padrões. Em uma abordagem psicoacústica, a percepção de sons complexos e, por isso fontes sonoras de sons ambientais comuns, envolvem o reconhecimento espontâneo de padrões espectrais dentre as alturas de sons puros audíveis. Conseqüentemente, a altura de sons complexos pode ser ambígua [28].

A Percepção Categórica (PC) refere à divisão do continuum perceptivo em categorias delimitadas, especificadas por seus centros e suas bandas, ou pelas posições de seus limites. A PC pode ser vista como a maneira mais elementar ou analítica de extrair informações desse continuum perceptivo [28]. A chamada Percepção Holística (PH) também descrita como sintética ou global é a percepção do

todo em relação a objetos ou cenas. Ela envolve a extração de informações de alto nível do ambiente. Por contraste, a PC ocorre quando apenas um objeto ou estímulo específico, ou uma parte deles, é atentado [28]. A PH geralmente ocorre espontaneamente, com pequeno ou quase nenhum esforço aparente por parte do observador. A interação entre esses dois tipos de percepção dará suporte ao desenho dos nossos estudos, apresentados no Capítulo 3. Esses estão relacionados ao conceito de *Familiaridade* discutidos nos parágrafos a seguir.

A relação entre as sensações e os estímulos é mediada primeiramente pelas propriedades de transdução físico-fisiológica dos órgãos sensitivos, e posteriormente por processos de agrupamento perceptivo, nos quais as sensações analíticas correspondentes à saída fisiológica dos órgãos sensitivos são agrupadas por etapas em sensações holísticas. Os princípios de agrupamento seguem as leis da Gestalt [15], podendo eles ocorrer tanto simultânea ou sequencialmente.

Se a mesma sensação ocorre em diferentes tempos, os dois eventos podem ser percebidos como relacionados (logo possíveis candidatos a um agrupamento perceptivo) devido à sua proximidade determinada pelo aparato perceptivo. Estímulos diferentes podem ser percebidos como idênticos se a diferença entre eles não é detectada, ou seja, se eles estão próximos o suficiente para serem inseridos numa mesma categoria perceptiva.

Esse agrupamento por categorias das sensações sonoras e o reconhecimento dessas como padrões vincula-se ao conceito de *Familiaridade*. Padrões ou sensações familiares correspondem a regularidades ou invariâncias no ambiente [32]. “*O reconhecimento de padrões normalmente ocorre praticamente espontaneamente, com nenhum esforço de consciência por parte do observador. O reconhecimento de padrões familiares é um ingrediente essencial na interação de um organismo com os seus vários meios ambientes*”, como mencionado em [28].

Cálculo do Loudness

O *Loudness* é denominado na psicoacústica como o valor aferido à percepção da intensidade física do estímulo acústico e é medido em *Phons* de acordo com a escala apresentada na figura 2. Desta forma, para diferenciar o *loudness* de dois sons puros ou senoidais, é necessário fazer uma série de transformações numéricas e mudanças de escala de medidas até chegarmos a unidade padrão dessa medida perceptiva de intensidade sonora que é denominada de *Sones*⁵, vide definição em [59]. Em outras palavras, se dois sons puros de mesmo *loudness* estão separados por mais de uma BC, quando soam simultaneamente, apresentam o dobro do *loudness* que apresentariam individualmente. O *loudness* de tais sons quando medidos em *Sones* são somados. Exemplificando, se diversos sons puros estão dentro de uma mesma BC, primeiramente devemos 1) somar as suas intensidades físicas, para obter a intensidade total, 2) converter esse valor de intensidade em decibel acima do nível de referência e 3) converter esse valor em nível de *loudness*, segundo as curvas de *iso-loudness* dadas em *Phons* (vide figura 2), para por último poder obter o *loudness* geral em *Sones*.

Outro ponto importante é que dois sons complexos com a mesmo nível de pressão acústica podem diferir consideravelmente no seu *loudness*, dependendo das suas estruturas espectrais. Quanto mais espalhadas estiverem as intensidades dos parciais e quanto maior forem os seus âmbitos de frequência, maior será a percepção de intensidade do som. [29]

Há diversos métodos para se medir o *loudness*. Os dados obtidos por um método particular pode ser usado para derivar uma escala, uma maneira de atribuir números a eventos ou objetos [44]. As diversas escalas fornecem um meio para resumir e comparar dados. Em psicologia sensorial, as escalas fornecem uma especificação quantitativa da percepção de uma série de valores de uma dimensão

⁵ O *Sone* é uma unidade de percepção de intensidade sonora proposta por Stanley Smith Stevens em 1936. Ou seja, *loudness* é a percepção subjetiva de pressão sonora e, de acordo com a definição de Stevens, um 1 *Sone* é equivalente à intensidade de um sinal a 40 phons, o nível de intensidade de um tom de 1 kHz a 40 dB SPL.

física. Os tipos mais comuns de escalas que são relevantes para o *loudness* são as chamadas *Escalas Ordinais* e *Escalas Proporcionais*.

Desta forma, é possível desenvolver abordagens diferentes para calcular o *loudness*. Nos seus estudos, Moore e Glasberg [39] aprimoraram um modelo de cálculo do *loudness*, previamente desenvolvido por Zwicker [40, 41] o qual, depois de reestruturado consiste das seguintes etapas:

ETAPA 1: o estímulo de entrada é passado por um filtro fixo o qual representa as características de transferência dos ouvidos externo e médio. Abaixo de 1kHz, a forma do filtro é dada pela curva invertida de *iso-loudness* em 100 *Phon*. Acima de 1 kHz, a forma do filtro é dada pela curva invertida do limiar de audibilidade mínimo.

ETAPA 2: o padrão de excitação para o estímulo é calculado a partir das formas de filtros auditivos desenvolvidas em estudos anteriores [39, 40, 41]. A excitação é então convertida em *loudness* específico N' (*loudness* por banda crítica), de acordo com a relação a seguir:

$$N' = C [(E_{SIG})^\alpha - (E_{THRQ})^\alpha]$$

Onde C e $\alpha = 0,23$ são constantes, E_{SIG} é a excitação produzida pelo estímulo, e E_{THRQ} é a excitação no limiar mínimo de audibilidade.

Note que quando $E_{SIG} = E_{THRQ}$ o *loudness* específico $N' = 0$. Conseqüentemente, próximo ao limiar mínimo de audibilidade, uma pequena mudança em excitação produz uma grande mudança proporcional em *loudness* específico. Essa equação leva em conta o crescimento acentuado e proporcional do *loudness* próximo ao limiar mínimo de audibilidade. Quando E_{SIG} é muito maior que E_{THRQ} , o *loudness* específico (expresso em logaritmo) quase não é afetado pelo E_{THRQ} . Dessa maneira, leva-se também em conta a variação acentuada do *loudness* para

baixas frequências. Nesse caso o valor do *loudness* aumenta rapidamente de 0 (zero), no limiar mínimo de audibilidade, para valores maiores similar ao que ocorre para frequências altas.

Finalmente, no algoritmo de Moore e Glasberg [39], o *loudness* geral de um som é calculado pela integral de valores positivos de *loudness*. Em outras palavras, o *loudness* total é a soma do *loudness* de cada BC. Esse modelo é bem sucedido na predição da variação em *loudness* a partir da intensidade, frequência e banda crítica, o que ressalta o ponto de vista que o *loudness* é intimamente relacionado à seletividade frequencial do ouvido e não somente à intensidade física em si.

$$N = \int_0^{24 \text{ Bark}} N' dz$$

Equação 2: Cálculo do Loudness [39].

Onde:

a integral é calculada em relação as taxas de todas as BCs.

N = o *loudness* geral do som;

1.5 Mascaramento

Outro aspecto bastante importante da audição que interessa à nossa pesquisa é denominado de *Mascaramento* o qual pode ser definido intuitivamente como o fenômeno no qual um sinal sonoro fica parcial ou completamente inaudível na existência de outro. Há alguns tipos de mascaramento, os quais podem ocorrer por interações de frequência, amplitude, duração temporal e timbre.

Se nos atentarmos para o parâmetro frequencial, o Mascaramento pode ocorrer entre dois sons de altura definida da seguinte forma: um som intenso de frequência baixa pode mascarar um som fraco de frequência alta. No caso contrário, independente da intensidade, um som de frequência alta não mascara um som de frequência baixa. Isso ocorre devido ao formato da membrana basilar. Os sons agudos são percebidos com maior eficiência na região da membrana basilar próxima à sua

base e os graves, na região próxima ao ápice, de forma que, para atingir essa posição ideal, o estímulo grave passa primeiramente pela base da membrana basilar, podendo interferir nas excitações das primeiras células sensoriais ou cílios cocleares, vide [5].

Quando dois sinais sonoros tem suas frequências na mesma BC, i.e., possuem frequências próximas ou iguais, existem duas possibilidades de mascaramento:

- 1) um sinal mascara o outro pela relação entre frequências ou pela relação entre as amplitudes. Se os dois possuem a mesma frequência, apenas um som será percebido, mas quando se mantém uma frequência constante e varia-se a outra, um fenômeno muito interessante acontece que é descrito no caso 2.

- 2) quando as frequências são distintas, mas muito próximas, percebe-se um batimento cuja frequência é dada pela diferença entre a maior e a menor, e a frequência resultante ouvida será dada pela média aritmética das duas. Quanto mais as duas frequências se afastam, maior será a frequência de batimento, chegando até um ponto de *Rugosidade* ou *Aspereza* sonora [27]. Se o processo de variação continua e a diferença torna-se maior, há a mudança de BC e então pode-se, a partir desse ponto, perceber dois sinais sonoros distintos.

O mascaramento por amplitude ocorre quando dois sinais sonoros de diferentes intensidades estão dentro de uma mesma BC. O sinal de maior intensidade dominará a percepção e mascarará o outro. Para que se distinga os dois sinais, estes devem estar em duas BCs diferentes, mas se a diferença de intensidade entre eles for grande, ainda sim pode ocorrer o Mascaramento.

Em relação à temporalidade, existem dois tipos de mascaramento, o pré-mascaramento e o pós-mascaramento, vide [26]. O primeiro ocorre quando um sinal de pequena amplitude é gerado e, com um pequeno espaçamento, outro sinal de

grande amplitude é gerado. O som com maior energia mascarará o de menor energia. A explicação para este fato é que a informação leva um tempo para ser processada pelo cérebro e o espaço de tempo que separou as duas ocorrências é menor do que o mínimo perceptível (entre 2 e 5 ms). O segundo tipo de mascaramento ocorre quando um sinal de grande amplitude é gerado e pouco após sua extinção, outro sinal de pequena amplitude. Para que se perceba o sinal de pequena amplitude, é necessário um tempo (100 ms) para que o cérebro consiga processar a informação sonora.

O mascaramento por diferença de timbre ocorre devido à relação entre os espectros sonoros de dois sinais, vide [27]. Os parciais de um som interagem com os parciais do outro de várias formas: a) interação frequencial, podendo criar batimentos; b) interação das amplitudes dos parciais, em que um parcial de maior energia mascara um de menor; c) interação temporal dos espectros sonoros, podendo criar um pré- ou pós-mascaramento.

Finalmente, como descrito acima, uma forma de interpretar a interação entre o estímulo acústico e o ouvido é através da noção de filtro. Nas duas próximas seções apresentamos modelos que descrevem o mascaramento a partir do ponto de vista que o sistema auditivo produz um comportamento de filtragem quando mascara estímulos sonoros.

Mascaramento e Filtros Auditivos

Os modelos de Filtros Auditivos estão associados ao efeito de Mascaramento sonoro na forma como são determinados e também como atuam no sistema auditivo. A largura de banda do filtro é diretamente proporcional a frequência e a assimetria do filtro é também diretamente proporcional ao aumento do nível de intensidade. Pode-se verificar que o modelo de filtro auditivo pode explicar a redução dos efeitos de mascaramento provocado por um ruído de fundo, quando foca-se a escuta fora da sua frequência central. Ou seja, a frequência central do som mascarante difere do sinal sonoro.

Na maioria das situações, a escuta está centrada na frequência do estímulo sonoro, no entanto, se houver um ruído mascarante, isso pode não acontecer. O filtro auditivo centrado no sinal também pode conter uma grande quantidade de informação mascarante a qual diminui a relação sinal-ruído e a capacidade do ouvinte para detectar o sinal. De outra forma, se o filtro do ouvinte é ligeiramente diferente de tal forma que contenha ainda uma quantidade substancial de sinal, mas com menos mascaramento. Nesse cenário a relação sinal-ruído é aumentada e possibilita a detecção do sinal (vide figura 4).

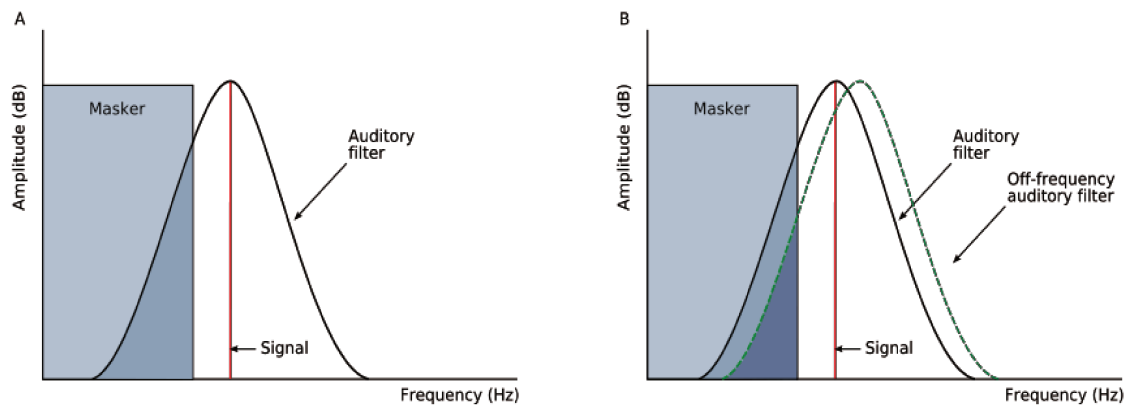


Figura 5: Diagramas de escuta fora da frequência. O diagrama A mostra um filtro auditivo centrado na frequência do sinal e sinal parcialmente mascarante, o qual cai dentro do filtro, resultando em uma baixa razão sinal-ruído. O diagrama B mostra o próximo filtro ao longo da membrana basilar, que não está centrado no sinal, mas contém uma quantidade substancial do sinal e está menos mascarado. A opção pela percepção através dessa banca crítica, reduz o efeito mascaramento com um aumento da relação sinal-ruído. Diagrama adaptado de [27].

Mascaramento e Análise de frequência

O modelo de Análise de frequência refere à habilidade do sistema auditivo de separar, até um certo ponto, as componentes espectrais de um som complexo. A habilidade de perceber dois sons diferentes que ocorrem simultaneamente é chamada de seletividade de frequência [27]. Dentro desse modelo, essa análise frequencial depende em grande medida da filtragem que ocorre na cóclea. Deste modo, qualquer som complexo, como um som produzido por um instrumento ou uma vogal produzida pela voz humana, é submetido a tal análise em uma etapa primária do processamento auditivo. Todos os sons são sujeitos a essa análise frequencial dentro da cóclea, por

isso o *percepto* de tais sons como um todo coerente depende das representações das componentes espectrais individuais a serem remontadas numa etapa posterior no sistema auditivo, vide Shamma [54]

O mascaramento evidencia os limites desse modelo de análise frequencial. Se um som de uma dada frequência é mascarado por um outro som de outra frequência, então o sistema auditivo falhou em separar os dois sons. Por isso, ao medir quando um som é mascarado por outro, torna-se possível caracterizar as capacidades analíticas do sistema auditivo [30].

Segundo Moore e Glasberg [34], o padrão de excitação da membrana basilar de um dado som pode ser modelado como a saída de filtros auditivos em função de suas frequências centrais. A forma desses filtros variam de acordo com as suas frequências centrais (F_c) e com o nível de intensidade. Quanto maior é a F_c , maior será a banda de frequência que relacionada a resposta das excitações das células ciliadas. Em relação ao nível de intensidade, quanto maior ele for menor será a sua nitidez no que tange às baixas frequências do filtro, dada sua simetria em relação à frequência central.

Apresentamos a seguir, uma síntese das características do modelo que é chamado também na literatura de *Modelo de espectro de potência* [33] (*power spectrum model*):

- a) O sistema auditivo periférico contém uma gama de filtros passa-faixa lineares sobrepostos.
- b) Quando o ouvinte tenta detectar um sinal na presença de um ruído de fundo, assume-se que ele usa apenas um filtro com a frequência central próxima àquela do sinal. Geralmente é assumido que o filtro usado é aquele que tem a maior razão sinal-ruído como saída.
- c) Somente as componentes do ruído que passam por esse filtro é que contribuem para o efeito de mascaramento do sinal.

- d) O limiar para detecção do sinal é determinado pela quantidade de ruído que passa pelo filtro auditivo; especificamente, assume-se que o limiar corresponde a uma certa razão sinal-ruído K , na saída do filtro. Os estímulos são representados por seus espectro de potência de longo prazo, isto é, as fases relativas das componentes e as flutuações de curto prazo no som mascarante são ignoradas.

Finalmente, ressaltamos que tratam-se de modelos do sistema auditivo e sabemos que nenhuma dessas suposições está estritamente corretas, pois o comportamento dos filtros auditivo não são lineares, mas são dependentes do nível do sinal; os ouvintes podem combinar informação de mais de um filtro para melhorar a detecção do sinal; o ruído que passa fora do filtro passa-faixa auditivo centrado na frequência do sinal pode afetar a detecção do sinal; e as flutuações no mascaramento podem ter um papel importante.

2. Cognição

Após apresentarmos os principais conceitos relacionados à Psicoacústica que moldam o modelo experimental a ser desdobrado em dois estudos apresentados no Capítulo 3, este capítulo versa sobre aspectos da cognição musical que também estão imbricados na nossa pesquisa. No primeiro deles discutimos a noção de Antecipação e Expectativa a partir do referencial teórico de Huron [2] e no segundo, discutimos a interação entre memória, expectativa e familiaridade. A importância deste capítulo no contexto da dissertação é apresentar esses dois aspectos que subsidiam as hipóteses da nossa pesquisa. Os quais já foram apresentados na Introdução, mas que são aqui reiterados com o intuito de fortalecer os elementos dos nossos estudos.

Vimos que os aspectos teóricos que apresentamos no Capítulo 1 e agora no Capítulo 2, estão imbricados na nosso modelo de estudo. O Mascaramento e o *Loudness* são as características psicoacústicas que utilizaremos para dimensionar, de forma indireta, a influência da Expectativa sobre a escuta. Para tanto, adicionamos o conceito de Familiaridade que funciona como um modulador do tempo de resposta do indivíduo ao estímulo. Desta forma, faz-se necessário apresentar nas próximas seções os aspectos teóricos relacionados à antecipação, expectativa e familiaridade.

2.1 Antecipação e Expectativa

A grande quantidade de eventos que o mundo nos prove, podem causar nos indivíduos os mais variados tipos de emoções e em diferentes escalas de valoração pessoal e coletiva. E são essas que fornecem as mais íntimas experiências que definem nossas vidas, pois dão a elas profundidade e significado. É devido a tal importância que grandes reflexões e pesquisas sobre esse assunto são desenvolvidas. Como mencionamos na Introdução, num campo multidisciplinar que envolve psicologia, neurociência, filosofia, antropologia entre outros. O impacto desse estudo proporciona também inspiração para as diversas manifestações das artes e é o grande motivador da nossa pesquisa. As artes de performance buscam entender de maneira prática

como funcionam esses processos e de que maneira lidar com as dinâmicas da emoção, ponto no qual a música encontra um difícil desafio: evocar sentimentos por meio de sons abstratos não representacionais.

A partir da exposição de Meyer [1] da ideia de expectativa em música, i.e., que o conteúdo emocional da música surge por meio da manipulação da expectativa criada pelo compositor, Huron [2] desenvolve sua teoria psicológica da escuta musical.

A expectativa, cuja história é um entrelaço da biologia com a cultura, é parte constante da vida mental. “Expectativa é uma adaptação biológica com estruturas fisiológicas especializadas e uma longa árvore genealógica evolucionária. Ao mesmo tempo, a cultura provê o ambiente no qual as expectativas são adquiridas e aplicadas” [2: p. 3]. A partir dessa perspectiva evolucionária, a capacidade de formar expectativas precisas sobre eventos futuros confere vantagens biológicas significativas. Ou seja, os que melhor conseguem prever o futuro, mais bem preparados estarão para aproveitar as oportunidades e se desviar dos perigos.

A habilidade de antecipar eventos futuros é de extrema importância para a sobrevivência. Por uma perspectiva fenomenológica, a propriedade mais interessante da expectativa é o sentimento que pode ser evocado. Tais sentimentos são desencadeados porque, já que os acontecimentos futuros nos importam, então a maneira como o futuro se desdobra afeta diretamente em como nos sentimos.

Para Huron [2], as emoções são amplificadores motivacionais, o que quer dizer que elas encorajam os organismos a buscar comportamentos normalmente adaptativos, e a evitar comportamentos que são normalmente mal adaptativos, fato que tende a reforçar previsões precisas, promover preparações apropriadas para eventos, e aumentar a probabilidade de futuros resultados positivos. Isso ocorre, porque sentimentos positivos nos recompensam por esses estados considerados adaptativos, e sentimentos negativos nos punem por estados considerados mal adaptativos. Tais estados, na verdade, não são objetivamente adaptativos ou mal adaptativos, mas são dessa forma considerados porque o cérebro, moldado pela seleção natural, presume e faz o julgamento. Por isso, algumas vezes, as emoções

evocadas podem seguir rumos errados.

Já que os seres humanos não conseguem prever o futuro com exatidão, nossos organismos se preparam, por intermédio da amígdala cerebral, para qualquer resultado futuro de forma extremamente pessimista, assumindo o que de pior poderia acontecer, numa intenção de prevenção. Do ponto de vista fisiológico, dois estados auxiliam na tentativa de antecipar o futuro: o estado de alerta, que possibilita uma preparação do sistema motor, controlando a taxa de batimentos do coração, a respiração, a transpiração e outras funções relacionadas com o movimento; e o estado de atenção, o qual proporciona uma preparação no sistema perceptivo, estimulando o cérebro para estar mais engajado com o mundo.

Para elucidar a importância que a antecipação de eventos futuros tem para o ser humano em uma perspectiva evolucionária do comportamento, e por conseguinte do processo de escuta, Huron [2] propõe que as expectativas surgem de cinco sistemas neurofisiológicos funcionalmente distintos. Ele os chama de ITPRA, mais especificamente *Imaginação, Tensão, Predição, Reação e Avaliação*.

A resposta da *Imaginação* é um dos principais mecanismos na motivação comportamental. Pelo simples ato de imaginar é possível tornar resultados futuros emocionalmente palpáveis. Em troca, esses sentimentos motivam mudanças no comportamento que podem aumentar a probabilidade de um resultado futuro favorável. A resposta da *Tensão* é caracterizada por um instante de preparação motora (alerta) e perceptual (atenção). O objetivo é combinar os níveis de alerta e de atenção para que eles sejam alcançados a tempo do início do evento. A resposta da *Predição* é ocasionada de acordo com o grau de expectativa existente. Quando um estímulo é esperado, ele é percebido com mais acuidade e respostas motoras apropriadas são iniciadas mais rapidamente e com mais precisão. A resposta da *Reação* é gerada após o resultado de um evento futuro. É a reação emocional rápida, involuntária e defensiva que é causada por este resultado. A resposta da *Avaliação* também é gerada após o desenrolar de um evento futuro, mas que acontece após uma reavaliação do acontecimento por meio de pensamento consciente, e que pode contrariar a resposta

de *Reação* imediata ou confirmá-la.

Após todas essas informações, poder-se-ia questionar como uma surpresa poderia ser agradável, como no caso da música, mesmo estando associada a uma emoção negativa, por causa de uma falha na predição. A resposta para essa indagação reside no fato que a interação entre as respostas preditivas dos diferentes sistemas gera uma valência contrastiva. Um evento que é bem vindo, mas inesperado, induz uma resposta da Predição negativa, mas que aumenta o efeito límbico da resposta da Avaliação. Um exemplo poderia ser a chegada inesperada de um velho amigo. Há também outras possíveis combinações de respostas que resultariam num efeito positivo da surpresa.

Huron [2] defende também que, por trás do desenvolvimento das expectativas, está o mecanismo de aprendizagem estatística. Este é um mecanismo neural que sustenta a aquisição de conhecimento sobre a probabilidade de ocorrência de eventos. Por exemplo, no caso do ouvido absoluto, o cérebro humano de todos os indivíduos inicia a vida com esta sensibilidade, e os adultos que o possuem nunca a perderam, porque foi útil no ambiente em que viveram; mas a maioria dos adultos que usam o ouvido relativo perdeu a habilidade do absoluto, uma vez que o relativo era mais útil para a interação com o ambiente. Isso acontece porque as pessoas tornam-se sensíveis a regularidades estatísticas ocorrentes no ambiente a que são expostas.

A abordagem estatística se mostrou bastante interessante e tem sido, por exemplo, usada para apontar padrões arquetípicos em melodias. Alturas sequenciais, em várias culturas, formam pequenos intervalos melódicos, e correspondentemente, ao escutarem música, os ouvintes esperam pequenos intervalos. Contudo, a relação entre expectativa e os dados estatísticos não são sempre correlatos. Huron [2] mostra que por vezes o que as pessoas esperam acontecer em música não é o que se deveria esperar baseado nas induções por regularidades estatísticas do ambiente musical. Tal discrepância o levou a propor que o processo de indução é modelado e filtrado pelos limites cognitivos. Por exemplo, melodias possuem estatisticamente uma tendência para a inércia na continuidade apenas de padrões de alturas descendentes, mas os

ouvintes possuem expectativas quanto à inércia não somente para os padrões descendentes, mas também para os ascendentes. Os ouvintes fazem generalizações na formação de suas expectativas melódicas porque essa é uma estratégia que proporciona tanto uma acuidade na predição quanto uma economia e velocidade de processamento mental. Ainda que os organismos desenvolvam expectativas baseadas em um processo de indução, que é a criação de regras a partir de uma generalização feita pela observação da reincidência de eventos cujos resultados são similares, essas expectativas devem ser formadas rapidamente e devem refletir estratégias rápidas para prever propriedades estatísticas do ambiente.

2.2. Memória, Expectativa e Familiaridade

Como vimos na seção anterior, a partir do conceito de aprendizagem estatística, podemos sintetizar esse conceito enfatizando que as expectativas relacionadas ao som são aprendidas por exposição a ambientes acústicos, ou seja, as expectativas derivam de experiências passadas. E quando se fala em codificação do passado, geralmente se refere à memória, então se as expectativas derivam de experiências do passado, elas devem estar ligadas de alguma maneira à memória.

Segundo Huron [2: p. 219], a memória não é uma espécie de biblioteca, na qual informações são armazenadas e às vezes resgatadas, pois sob uma perspectiva de origem biológica não há nenhuma vantagem em simplesmente armazenar-se informações. Esse mecanismo só é útil se puder auxiliar ações futuras nos permitindo repetir sucessos e evitar futuras falhas. Em outras palavras, o propósito biológico da memória não é recordar, mas sim preparar. Dessa forma a memória está intimamente ligada às respostas motoras, e há evidências neurológicas de que ela está armazenada de uma maneira que se assemelha à codificação dos programas motores, por exemplo

circuitos que são ativados quando mastigamos, quando coçamos a cabeça ou quando olhamos para a esquerda ou direita.

O conteúdo das nossas memórias podem ser pensadas como “circuitos de prontidão” [2: p. 219], os quais podem evocar tanto ações motoras, quanto atuar no direcionamento do foco de atenção, além de estados emocionais. E quando esses circuitos ativam atenção, excitação psicofisiológica (*arousal*), ou emoção orientadas para o futuro, estas ativações neurais são manifestações concretas da expectativa.

Dentre alguns tipos de sistemas de memória existentes, os quais encaminham formas distintas de expectativa, há alguns tipos que se diferenciam pela duração de retenção da informação, sendo eles a *memória de longo prazo* e a *memória de curto prazo*. A *memória de longo prazo* pode ser separada em duas formas, as *implícitas* e as *explícitas*. As *memórias explícitas* podem ser recordadas e memorizadas conscientemente, enquanto as *implícitas* geralmente são difíceis de descrever verbalmente e de retomar por um processo consciente. As *memórias explícitas* podem ainda ser subdivididas em *episódicas*, as quais são um tipo de memória autobiográfica que armazenam eventos históricos específicos do passado; e *semânticas* que armazenam muito do nosso conhecimento declarativo como nomes de pessoas, lugares, objetos, significados de palavras, etc. Outros tipos de memória ainda são a *memória de trabalho*, a qual armazena informações por curtos períodos de tempo enquanto são manipuladas e avaliadas, desempenhando papel importante no mecanismo da atenção, e a *memória motora*, a qual armazena procedimentos de ações como andar, amarrar os sapatos e tocar um instrumento, vide [2].

As memórias episódicas são facilmente distorcidas, sofrendo transformações a cada relembração e a cada vez que são recontadas. Huron [2: p. 221] descreve que um rememoração de uma memória transforma-a e que esta lembrança substitui a memória original, ou seja, a quantidade de vezes que uma memória é retomada é diretamente proporcional ao seu potencial de transformação. Por este motivo, não há maneira de distinguir entre uma memória e a memória de uma memória. Segundo Huron [2: p.224], o reconhecimento de elementos sonoros está intimamente ligado à

quantidade de exposições que o ouvinte teve destes. Essa quantidade e a presença de algum marco distinto estão correlacionados à velocidade de reconhecimento, fato, o qual pode ser entendido como fundamentado pelo nível de familiaridade do ouvinte com o evento sonoro. Nossa memória para sons familiares são memórias episódicas que perderam a sua história autobiográfica, pois se tornam lembranças das lembranças originais, enquanto mantiveram sua acuidade. Então quando ouvimos sons familiares nós temos um senso bastante fiel do que virá a seguir, o que é chamado de *expectativa verídica* (aspecto teórico importante que formata às bases do nosso modelo experimental)

Nós temos expectativas mesmo quando estamos vivenciando um evento pela primeira vez. Isso é possível porque não armazenamos somente informações específicas de um evento, mas armazenamos informações relacionadas à categoria deste, apreendendo, também, a partir da experiência, além do fato em si pela memória episódica, as similaridades entre os eventos por meio da memória semântica, formando generalizações acerca do conceito deles. Essas generalizações são chamadas por Huron [2] de *esquemas*, os quais existem para nos ajudar a lidar com situações novas, porém familiares de alguma maneira, permitindo que o cérebro processe informações e responda mais rapidamente. Um exemplo corriqueiro é que conseguimos reconhecer uma determinada cadeira como sendo uma cadeira, mesmo que nós nunca tenhamos visto esta cadeira específica anteriormente. As expectativas que surgem a partir deste tipo de memória são chamada então de *expectativas esquemáticas*. Huron [2] apresenta evidências de diferença entre essas e as *expectativas verídicas*, com o exemplo de pacientes que sofrem de amnésia musical, cujas memórias de melodias muito conhecidas estavam destruídas, mas que ainda possuíam a capacidade de experienciar e apreciar música.

As expectativas não são necessariamente produto de padrões esquemáticos ou verídicos aprendidos durante repetidas exposições durante a vida toda, elas podem surgir a partir de breves momentos de exposição a eventos que ficam armazenados na *memória de curto prazo*, e por isso são extremamente voláteis e melhoradas com a

repetição. Essas expectativas são chamadas de *dinâmicas*, pois surgem e decaem dinamicamente com o tempo.

Nossas experiências diárias consistem de detalhes intrincados codificados em vários níveis de percepção e atenção, e a memória é o processo chave para transformá-los em conhecimento. No mecanismo da memória de reconhecimento, a Familiaridade e a Recordação são os dois principais processos cognitivos envolvidos na lembrança de informação. A Familiaridade envolve um processo de reconhecimento rápido e automático que permite o reconhecimento de uma experiência prévia sem resgatar detalhes do episódio codificado, enquanto a Recordação é um processo mais lento que retoma informações específicas do episódio [50]. Essa distinção pode ser ilustrada pela experiência comum de reconhecer uma pessoa como sendo familiar, mas não conseguindo recordar quem é ou quando a viu pela última vez.

Como no caso desta pesquisa consideramos o processo rápido e automático de reconhecimento como fundamental para o modelo de percepção auditiva desenvolvido nos nossos estudos experimentais, focaremos nos aspectos relativos à Familiaridade. Segundo Zhang & Ghorbani [43] os fatores que mais influenciam a Familiaridade são:

- a) existência de contato prévio com estímulos da mesma categoria;
- b) quantidade de exposições ao estímulo;
- c) nível de processamento;
- d) duração da exposição;
- e) tempo entre a última e a exposição atual (taxa de esquecimento).

A existência de contato prévio produz uma sensação de familiaridade. A fonte da experiência anterior não é necessariamente o objeto em si (memória episódica), podendo ser o significado ou um outro objeto semanticamente relativo ou pertencente a mesma categoria do objeto corrente (memória semântica). A quantidade de repetições de exposição ao estímulo também afeta a sensação de familiaridade, a qual

aumenta a cada nova repetição. O Nível de processamento é associado com quanta familiaridade pode ser ganha. Um processamento profundo (processamento de significado) leva a um maior aumento da familiaridade do que um processamento superficial (processamento de aspectos perceptuais). O aumento na duração da exposição leva a um aumento correspondente na familiaridade, e o tempo entre a última e a exposição atual diminui a familiaridade, o que corresponde à taxa de esquecimento. Antes de prosseguir para o capítulo dos estudos, fazemos aqui uma síntese dos aspectos teóricos e da sua junção na montagem do modelo experimental.

A base da nossa hipótese é que uma vez que um som tenha um alto nível de familiaridade, a expectativa de escutá-lo também é alta. Pois o controle neuronal de alto-nível modula a nossa expectativa e direciona o foco da atenção para o som esperado. Tal processo deixa o aparato perceptivo mais sensível às características espectrais presentes no estímulo esperado e, por extensão, faz-se a sua percepção com menor *loudness* e em menor tempo. Ou seja, a familiaridade aumenta a expectativa é relacionada ao valor do *loudness* e do tempo de resposta reflexa do indivíduo. O resumo das nossas hipóteses são: familiaridade sonora relaciona-se com a antecipação, o tempo de resposta é diretamente proporcional ao nível de familiaridade e podemos utilizar o mascaramento como meio de construir um modelo experimental para medir o *loudness* e o tempo de resposta.

3. Estudos

Neste próximo capítulo da dissertação apresentamos os estudos práticos desenvolvidos na pesquisa. Trata-se de um método de caráter experimental, o qual é baseado na utilização de dados quantitativos com o intuito de verificar a veracidade do modelo de relação entre expectativa e a percepção auditiva, fundamentado sobre o referencial teórico apresentado nos dois primeiros capítulos da pesquisa. A partir desse escopo teórico, então, foram realizados um estudo piloto e um estudo final com o objetivo de verificar as hipóteses da pesquisa.

A metodologia desenvolvida é derivada do trabalho de David Huron [2]. Utilizamos reações por reflexo, métodos denominados reativos, que não requerem reflexão e introspecção por parte do ouvinte [2: p. 42]. Realizamos experimentos com esse direcionamento, pois projetamos que os fenômenos aqui estudados, em primeira aproximação, são involuntários. O experimento baseia-se na detecção de sons que utilizam a interação do sujeito com estímulos sonoros de referência. Segundo Huron [2: p. 43] “há processos mentais de alto nível que afetam processos sensoriais de baixo nível e redirecionam o sistema sensorial no sentido de focar aspectos particulares do domínio perceptivo”. A seguir, descrevemos os dois estudos realizados.

3.1. Estudo Piloto

No desenho desse estudo piloto, utilizamos um Grupo Experimental (GE) com sujeitos homogêneos e Estímulos Sonoros (ES) heterogêneos. Para o grupo de sujeitos com perfil semelhante de vivência sonora, aplicamos dois conjuntos de estímulos que se diferenciavam por graus de familiaridade, um deles formado por sons muito familiares, e o outro formado por sons pouco familiares. Definimos o grupo de sujeitos e os estímulos a seguir:

- a)** Grupo Experimental (GE): discentes do Instituto de Artes da Universidade Estadual de Campinas, de ambos os sexos, pertencentes à mesma faixa etária, com ou sem formação musical, e que apresentam semelhança no perfil de vivência sonora (5 sujeitos).
- b)** Estímulos Sonoros (ES): de 5 segundos e padronizados em -6 dB, 8 estímulos no total, dos quais 4 muito familiares e 4 pouco familiares.

O valor de cinco sujeitos para o experimento piloto é uma quantidade não elevada, que foi estimada na Etapa 2 do experimento (todas as etapas estão descritas abaixo), mas que se torna estatisticamente significativa para a indicação das respostas esperadas, pois realizamos uma análise dos dados obtidos na Etapa 1, de maneira a formar um grupo homogêneo, cujas reações frente aos mesmos ES amostrados seriam semelhantes.

Em relação aos ES, o valor de 10 estímulos também não é uma quantidade elevada, mas que também se torna estatisticamente significativa porque foi feita primeiramente uma seleção de amostras dentro do universo do banco de sons, que já haviam sido selecionados de acordo com a caracterização dos sujeitos na segunda etapa do experimento, e que foi baseada no teste de familiaridade, cujas respostas possibilitaram uma avaliação dos estímulos mais significativos para os sujeitos participantes da pesquisa. Os ES foram padronizados em relação à duração e a intensidade específica para que todos os sujeitos tivessem as mesmas condições de referência na realização dos testes, fazendo com que as respostas se diferenciassem somente por características pessoais e específicas de cada sujeito.

Para propiciar maior acessibilidade e portabilidade, bem como precisão no controle do ES, utilizamos escuta binaural para garantir minimamente as mesmas condições para todos os sujeitos. A Figura 1 apresenta as seis etapas do experimento que será comentado nas próximas seções.

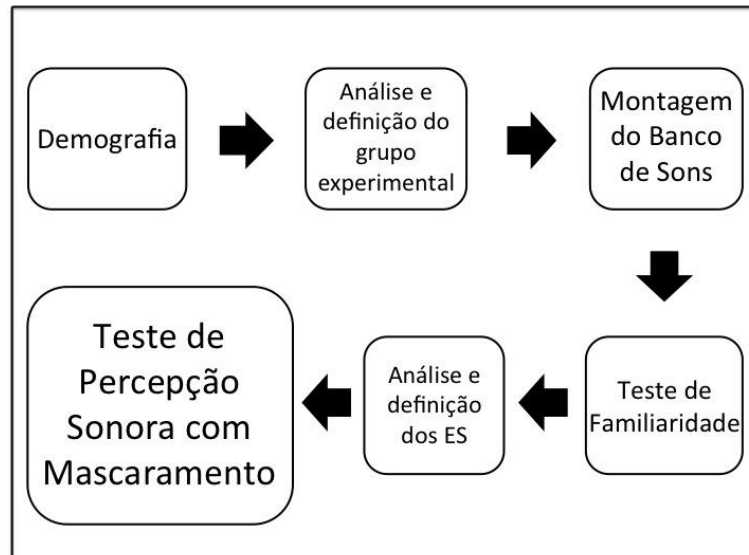


Figura 6: Fluxograma do método experimental, no qual apresentam-se as seis etapas do experimento

Descrição do Experimento Piloto

O experimento piloto foi realizado em seis etapas:

- I. **Demografia:** aplicamos questionários de carácter demográfico nos candidatos a sujeitos;
- II. **Análise dos questionários e definição do grupo experimental:** analisamos os dados obtidos com os questionários para a definição do grupo experimental coeso;
- III. **Montagem do Banco de Sons:** observamos as características dos hábitos de escuta dos sujeitos seleccionados e montamos um banco de sons adequados aos parâmetros de análise;
- IV. **Teste de Familiaridade:** aplicamos um teste nos sujeitos para que eles julgassem as amostras sonoras do banco de sons quanto à sua familiaridade;

- V. **Análise dos dados do teste de Familiaridade e definição dos ES:** analisamos os dados obtidos no teste de familiaridade e selecionamos os estímulos sonoros definitivos;
- VI. **Teste de percepção sonora com mascaramento:** realizamos o teste em si. A seguir apresenta-se uma descrição detalhada das etapas:

Etapa 1: Demografia

Nessa primeira etapa foram aplicados questionários com caráter demográfico nos candidatos a sujeitos dos testes. Tais questionários foram elaborados com a intenção de conseguir informações como registros pessoais, escolaridade, formação musical formal ou informal, existência de problemas auditivos, e questões relacionadas aos hábitos de escuta dos indivíduos.

Montagem dos questionários

Para a montagem dos questionários buscamos reunir questões simples que pudessem descrever o perfil de escuta dos candidatos a sujeitos. Para esse piloto do experimento, objetivamos a construção de questões que sugerissem categorias de sons específicas, bem delimitadas, e que possibilitassem fácil acesso à seleção das amostras sonoras.

As perguntas feitas aos candidatos foram de dois tipos:

- a) qualitativas: para a caracterização do perfil cultural dos indivíduos. As perguntas variaram entre idade, sexo, familiaridade com conceitos como paisagem sonora, música eletroacústica, e a indicação de três estilos de música favoritos.
- b) quantitativas: para a definição do perfil de hábitos de escuta dos indivíduos. Para esse último tipo de perguntas, as cinco respostas possíveis eram fechadas. Todas elas perguntavam a frequência com

que os indivíduos escutavam algum tipo específico de som, e as alternativas variavam entre “nunca ou raramente”, “com pouca frequência”, “com moderada frequência”, “muito frequentemente”, e “sempre ou quase sempre”.

Em relação ao aspecto visual dos questionários, elaboramos uma formatação que fosse prática, de respostas rápidas para que mais candidatos se dispusessem a participar dos testes. Além de a maior parte ser questões com respostas fechadas, organizamos uma planilha que se encaixasse por completo em uma única página.⁶

Aplicação dos questionários

A aplicação dos questionários foi feita em um total de vinte e nove (29) indivíduos, de ambos os sexos, pertencentes ao universo de estudantes e funcionários da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), de cursos variados, com a maioria pertencente ao Instituto de Artes, em um âmbito de idade de 17 a 30 anos.

Etapa 2: Análise dos questionários e definição do grupo experimental

Nesta etapa realizamos as análises apenas em relação aos dados quantitativos obtidos nos questionários, escolhemos apenas as questões relacionadas ao perfil de vivência sonora dos candidatos. As questões qualitativas não foram levadas em conta por não terem sido determinadas maneiras adequadas de análise objetiva de tais dados.

As questões consideradas para o piloto foram: 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25. Nessas questões fechadas, para cada alternativa de resposta foi atribuída uma valoração, tornando possível uma análise quantitativa dos dados, sendo que “nunca ou raramente” foi relacionado a 0,2, “com pouca frequência” foi relacionado a 0,4, “com moderada frequência” foi relacionado a 0,6, “muito frequentemente” foi relacionado a 0,8, e “sempre ou quase sempre” foi relacionado a 1,0.

⁶ Questionário apresentado nos Anexos.

Para essa análise então, por uma questão de não enviesamento dos dados, os candidatos que deixaram de responder alguma questão quantitativa foram excluídos, o que resultou em uma diminuição de um total de 29 candidatos para apenas 22. Apresentamos a seguir a Tabela 1 com os dados colhidos nos questionários, estando os candidatos organizados nas linhas e as questões nas colunas.

Tabela 1: Respostas dos candidatos (válidos) para as 14 questões quantitativas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0,4	1	0,2	0,8	0,8	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,2
2	0,4	1	1	1	1	0,2	0,8	0,4	1	0,6	0,4	1	0,8	0,2
3	0,2	0,2	0,2	1	1	0,6	0,2	0,2	0,6	0,4	0,4	1	1	0,2
4	0,4	0,4	0,2	1	1	0,4	0,8	0,2	0,4	0,2	1	1	1	0,6
5	0,2	1	0,8	1	1	0,6	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	0,4
6	0,4	0,2	0,6	1	1	0,4	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
7	0,6	0,6	0,2	1	1	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
8	0,4	0,6	0,4	1	1	0,8	0,8	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	1	0,6
9	0,4	0,2	0,2	1	1	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,4	0,2	0,4	0,2
10	0,4	0,2	0,2	1	1	0,2	0,6	0,2	0,6	0,2	0,6	0,8	1	1
11	0,4	0,4	0,2	1	0,8	0,6	0,4	0,2	0,6	0,4	0,6	0,8	0,8	0,4
12	0,6	0,2	0,2	1	1	0,4	0,6	0,8	0,8	0,4	0,4	0,6	0,6	0,2
13	0,4	0,2	0,2	1	1	0,6	0,4	0,4	0,4	0,2	0,4	0,8	0,8	0,4
14	0,6	0,4	0,2	1	1	0,8	0,8	0,4	0,8	0,6	0,4	0,4	0,8	0,2
15	0,2	0,4	0,2	1	1	0,8	0,4	0,2	0,6	0,4	0,8	0,6	1	0,6
16	0,4	0,4	0,2	1	1	0,4	0,6	0,2	0,8	0,4	0,4	1	0,8	0,4
17	0,6	0,8	0,2	1	1	0,2	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	1
18	0,4	0,4	0,2	1	1	0,2	0,6	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,8	0,4
19	0,2	0,6	0,4	1	0,6	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,8
20	0,4	1	0,4	0,8	0,6	0,4	0,2	0,4	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2
21	0,6	0,6	0,2	1	1	1	0,4	0,6	0,8	0,6	0,4	0,6	0,8	0,4
22	0,4	0,2	0,4	0,8	1	0,2	0,4	0,4	0,4	0,2	0,6	0,8	0,8	0,4

A partir desses dados obtidos, fizemos análises com o intuito de escolher sujeitos, cujo perfil dos hábitos de escuta fosse homogêneo. Para isso definimos um algoritmo que levasse em consideração o desempenho de cada candidato relacionado à média de respostas e a homogeneidade (variância) de respostas de cada pergunta. O objetivo foi buscar os candidatos que obtivessem as maiores médias ponderadas pelas perguntas com maiores médias e menores variâncias, indicando que eles tiveram altas taxas de pontuação nas perguntas consideradas estatisticamente mais significativas, resultando em candidatos com um perfil supostamente homogêneo.

Descrição do algoritmo de análise

Primeiramente, para cada pergunta, foi calculada a média de respostas e a sua respectiva variância, sendo a média definida por:

$$\mu_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Equação 3: Média por questão das respostas dos candidatos.

Onde:

$0,2 \leq a_{ij} \leq 1,0$ é a resposta da pergunta i para o candidato j ;

n é o número de candidatos válidos a responder o questionário, sendo no total 22;

μ_i é a média aritmética para a pergunta i .

E a variância definida por:

$$\sigma^2_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n (a_{ij} - \mu_i)^2$$

Equação 4: Variância por questão das respostas dos candidatos a sujeito.

Onde:

$0,2 \leq a_{ij} \leq 1,0$ é a resposta da pergunta i para o candidato j ;

n é o número de candidatos válidos a responder o questionário, sendo no total 22;

μ_i é a média aritmética para a pergunta i ;

σ^2_i é a variância estatística para a pergunta i .

Tabela 2: Relação das médias e variâncias por questão.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
média (μ)	0,41	0,50	0,32	0,98	0,95	0,46	0,48	0,34	0,58	0,44	0,51	0,68	0,75	0,44
var (σ^2)	0,02	0,09	0,05	0,01	0,02	0,05	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,06

Após o cálculo da média e da variância das repostas, foi calculada a média ponderada para cada candidato, cujo peso foi definido pelo quociente da média pela variância, normalizados para um valor entre 0 e 1. Sendo a média ponderada definida por:

$$\bar{\mu}_j = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m (a_{ij} \cdot P_i)$$

Equação 5: Média ponderada das respostas por candidato a sujeito.

Onde:

$P_i = \left(\frac{\mu_i}{\sigma^2_i} \right) \cdot 0,1$ é o peso atribuído à média ponderada para o candidato j ;

$0,2 \leq a_{ij} \leq 1,0$ é a resposta da pergunta i para o candidato j ;

m é a quantidade total de perguntas quantitativas analisadas, sendo no total 14;

μ_i é a média aritmética de cada pergunta i ;

σ^2_i é a variância estatística de cada pergunta i ;

$\bar{\mu}_j$ é a média ponderada para cada candidato válido j a responder o questionário.

Tabela 3: Relação dos pesos de cada questão utilizados na ponderação das médias dos candidatos.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Peso	2,30	0,50	0,60	19,60	5,90	0,80	0,90	1,10	1,80	20,00	1,90	1,40	1,90	0,07

Após a análise dos resultados e da manipulação dos dados, optamos por tomar um valor de corte para a seleção dos candidatos no valor de 0,8, ou seja, apenas os candidatos que obtiveram uma pontuação final maior ou igual a esse limiar foram selecionados para participar como sujeitos dos testes, totalizando em um número de cinco candidatos, sendo eles: 6, 11, 2, 21 e 1. Foi necessária a exclusão dos candidatos 12 e 8 por motivo de desistência. (classificados nessa tabela pela ordem decrescente das médias ponderadas).

Tabela 4: Em ordem decrescente, a pontuação dos candidatos.

Candidatos (ordem decresc)	6	11	2	21	12	8	1	16	18	17	14	10	4	15	20	7	9	3	5	13	19	22
$\bar{\mu}$	0,88	0,86	0,84	0,82	0,82	0,8	0,8	0,78	0,76	0,76	0,74	0,73	0,72	0,72	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61	0,6	0,59	0,58

Etapa 3: Montagem do Banco de Sons

Após a definição dos cinco sujeitos homogêneos para realizar os testes, fizemos uma compilação de amostras sonoras para a montagem do banco de sons do experimento de familiaridade. Observamos quais foram as questões com maiores e menores médias de respostas, e optamos por selecionar quatro questões, sendo elas as duas com as maiores médias e as duas com as menores. A escolha de selecionar tais questões foi realizada a partir do raciocínio vinculado ao modelo de escuta aqui estudado, ou seja:

a) uma maior/menor recorrência de contato com determinado som representa um maior/menor nível de familiaridade com esse;

- b) quanto maior/menor for o nível de familiaridade, maior/menor será a expectativa gerada em relação ao som;
- c) esses níveis interferem no processo de percepção sonora, aumentando/diminuindo o tempo e o nível de intensidade sonora necessária para a discriminação do estímulo.

Para cada questão foi associada uma categoria sonora, elegemos cinco amostras sonoras diferentes, gerando um total de vinte amostras para o banco de sons. Todas as amostras foram padronizadas com uma duração de cinco segundos e uma intensidade de -6 dB (decibel). Assim asseguramos a padronização dos parâmetros de análise, fazendo com que a variação entre as respostas dos sujeitos se desse única e exclusivamente por variações de características pessoais e não por diferenças das condições das amostras sonoras. As amostras que a priori não se encaixavam no perfil de duração e intensidade especificados foram editadas. As que tinham duração maior do que cinco segundos foram cortadas para sua adequação e as que tinham duração menor que cinco segundos eram repetidas, por no máximo três vezes, sem que a sua integridade fosse alterada.

As categorias que obtiveram as maiores médias de pontuação foram:

- A. Sons relacionados à utilização básica do computador (como sons de clique de mouse, e sons característicos de sistemas operacionais);
- B. Sons relacionados a softwares ou ferramentas de comunicação via internet (como Facebook, Skype, Msn messenger);

As duas categorias que obtiveram as menores médias de pontuação foram:

- A. sons de esportes;
- B. música eletroacústica.⁷

⁷ Todas as amostras sonoras das categorias A, C e D foram retiradas do site www.freesound.org. Todas possuem licença *creative commons*. As amostras da categoria B foram retiradas do site www.zedge.net, o qual permite o uso não comercial das amostras retiradas.

Para a categoria A, os sons escolhidos foram:

- 1) Clique duplo do “mouse”;
- 2) Som de inicialização do sistema operacional Windows 7;
- 3) Som de finalização do sistema operacional Windows 7;
- 4) Som de inserção de Hardware para o sistema operacional Windows 7;
- 5) Som de inicialização do sistema operacional Mac OS X.

Para a categoria B, os sons escolhidos foram:

- 1) Som de aviso de recebimento de mensagem do chat do Facebook;
- 2) Som de aviso de recebimento de mensagem do chat do Skype;
- 3) Som de inicialização do software Skype;
- 4) Som de recebimento de ligação do Skype;
- 5) Som de recebimento de mensagem do chat do Msn.

Para a categoria C, os sons escolhidos foram:

- 1) Som de uma partida de basquetebol (com torcida);
- 2) Som de partida de basquetebol (sem torcida);
- 3) Som de uma partida de Tênis de Mesa;
- 4) Som de uma partida de Polo Aquático (com torcida e narração);
- 5) Som de uma partida de Tênis.

Para a categoria D, os sons escolhidos foram:

- 1) Som de síntese aditiva;
- 2) Som de síntese FM;
- 3) Som de modulação em anel;
- 4) Som de síntese granular;
- 5) Som produzido com mais de um tipo de síntese.

Etapa 4: Teste de Familiaridade

O objetivo dessa etapa foi garantir que a qualificação dos ES fosse bem sucedida, resultando em dois grupos bem delimitados, sendo um deles o grupo com os ES muito familiares, e o grupo com os ES pouco familiares. Tal delineamento dos grupos de ES é importante porque, com os extremos dos níveis de familiaridade possíveis, podemos verificar, de maneira correlata, mas em elevado grau, a interferência da expectativa no processo de percepção sonora, observando, em tese, os maiores e menores índices de tempo e intensidade associados respectivamente aos altos e baixos níveis de expectativa gerada para esses estímulos.

Elaboração do teste

Para a realização do teste, elaboramos no ambiente de programação em alto nível Pure Data⁸ (Pd) uma ferramenta software (*patch*) com layout simples, para que os testes e o colhimento dos dados fossem realizados de maneira automatizada e padronizada.

O *patch* foi constituído de dois grupos de objetos, um com elementos de identificação dos resultados e outro com elementos de sinalização e atribuição das respostas. No primeiro havia locais para inserção do número (informado pelo supervisor do teste), gênero e idade do sujeito, para que os resultados dos testes pudessem ser associados aos questionários já respondidos na *Primeira Etapa* descrita acima. Esses dados foram atribuídos ao nome do arquivo texto no qual constaram os resultados. No segundo grupo, havia objetos para a sinalização do início do teste, do momento permitido para atribuição da resposta e para a identificação do momento exato no qual o sujeito apertou a barra de espaço concluindo a quantização do nível de familiaridade, além de uma barra de rolagem para a designação com o mouse do nível de familiaridade. É importante ressaltar que em momento nenhum da realização dos testes os sujeitos tiveram acesso aos dados. Esse método foi escolhido para que os

⁸ Mais informações em: www.puredata.info.

indivíduos categorizassem as amostras de maneira reativa e intuitiva, sem a contextualização dos valores e das medições anteriores.

Em relação à exposição dos ES, o *patch* foi desenvolvido para gerar sequências aleatórias para cada sujeito. As amostras, como dito anteriormente, tinham uma duração de cinco segundos cada uma, tendo sido permitido ao sujeito, somente após o término da exposição, um tempo livre para a classificação do nível de familiaridade. Entre esse processo e o próximo foi padronizada uma pausa de 2,5 segundos de duração.

Para esse teste, os dados armazenados foram: o número associado à amostra sonora; o valor do nível de familiaridade atribuído pelo sujeito; e o tempo levado pelo sujeito para atribuir o valor do nível de familiaridade. Além desses e dos dados de identificação dos resultados que constaram no nome do arquivo texto, a data e a hora de realização dos testes também foram armazenadas, tendo sido inseridas dentro do arquivo de maneira automática, para possíveis futuras comparações dos resultados.

Aplicação do teste

Os testes foram aplicados nos cinco sujeitos selecionados de maneira individual, sem que eles tivessem acesso aos resultados dos outros participantes, ou mesmo aos seus próprios. Foram expostas no total as vinte amostras sonoras, cada uma com cinco segundos de duração e com pausas de 2,5 segundos entre os procedimentos, mais o tempo livre de classificação, totalizando, em média, aproximadamente cinco minutos de teste para cada sujeito.

A execução dos testes foi feita em uma sala do Instituto de Artes, com isolamento acústico parcial e com nível de luz o mais baixo possível (devido a luz do dia), para a criação de um ambiente introspectivo e que estimulasse a concentração. Nesta sala, no momento do teste havia disposto apenas uma mesa e uma cadeira, com o computador e fones de ouvido, na tentativa de evitar qualquer distração para o sujeito. Os testes foram realizados com fones de ouvido, possibilitando uma escuta binaural, o que diminuiu a interação do som com a ambiência da sala e também com

outros sons que pudessem ter vazado para o local, mantendo condições padronizadas para todos os sujeitos.

Etapa 5: Análise dos dados do teste de Familiaridade e definição dos ES

Nessa etapa, analisamos os dados obtidos na etapa anterior, na qual os sujeitos atribuíram níveis de familiaridade às amostras do banco de sons, com o propósito de selecionar os ES para a etapa final. O procedimento que utilizamos para realizar essa seleção foi calcular a média dos níveis de familiaridade para cada amostra, ponderada pela quantidade de sujeitos que atribuíram determinada faixa de valores. O objetivo foi buscar as amostras que tivessem as maiores médias ponderadas pela quantidade de sujeitos que as atribuíram, indicando que elas tiveram altas taxas de pontuação para a maior parte dos sujeitos, resultando em amostras que tivessem uma representatividade de classificação o mais geral possível.

Apresentamos a seguir a Tabela 5 com os dados colhidos, estando os sujeitos organizados nas linhas e as amostras nas colunas.

Tabela 5: Nível de familiaridade por sujeito atribuído para cada amostra sonora.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	0,34	0,84	0,52	0,02	0,00	0,67	0,07	0,45	0,00	0,97	0,89	0,93	0,99	0,93	0,79	0,48	0,71	0,75	0,93	0,82
2	0,88	0,83	0,58	0,92	0,81	0,96	0,64	0,93	0,80	0,74	0,77	1,00	0,71	0,96	1,00	0,94	0,96	0,99	1,00	1,00
6	0,66	0,81	0,39	0,20	0,56	0,26	0,52	0,82	0,52	0,73	0,59	0,88	0,56	0,81	0,97	0,34	1,00	0,86	0,94	0,92
11	0,76	0,77	0,07	0,18	0,37	0,20	0,33	0,98	0,12	0,82	0,97	0,71	0,46	0,71	0,49	0,18	0,47	0,50	0,92	0,88
21	1,00	0,74	0,09	0,18	0,33	1,00	0,49	0,74	0,49	0,73	0,30	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,73	1,00	1,00

As atribuições feitas variaram por valores com âmbito entre 0 e 1. Em posse desses resultados calculamos a média ponderada das respostas de todos os sujeitos do teste para cada amostra sonora. A ponderação foi calculada com base na quantidade de sujeitos que atribuíram determinada faixa de valores para a amostra em questão. Determinamos cinco faixas de valores, cada uma com um âmbito de 0,2, sendo elas: $0 \leq F1 \leq 0,2$; $0,2 < F2 \leq 0,4$; $0,4 < F3 \leq 0,6$; $0,6 < F4 \leq 0,8$;

$0,8 < F_5 \leq 1,0$. A quantidade Q de sujeitos que atribuíram a faixa F_k foi usada como peso para o cálculo da média. A média ponderada foi definida por:

$$\bar{\mu}_i = \frac{1}{(n \cdot 5)} \cdot \sum_{j=1}^n (Q_{F_k} \cdot a_{ij})$$

Equação 6: Média ponderada do nível de familiaridade por amostra.

Onde:

n é o número total de sujeitos a aferir um valor ao estímulo i , sendo no total 5;

Q_{F_k} é a quantidade de sujeitos que atribuíram ao estímulo i valores k pertencentes a uma mesma faixa k ;

a_{ij} é o valor aferido por cada sujeito j ao estímulo i ;

$\bar{\mu}_i$ é a média ponderada das repostas dos sujeitos para cada estímulo i .

Com isso obtivemos os resultados apresentados na tabela a seguir.

Tabela 6: Em ordem decrescente, as médias ponderadas por amostra sonora.

	19	20	12	14	2	15	10	17	8	18	1	13	6	11	16	4	7	9	3	5
$\bar{\mu}$	0,96	0,93	0,64	0,62	0,42	0,41	0,41	0,40	0,38	0,29	0,28	0,27	0,22	0,22	0,20	0,13	0,12	0,12	0,12	0,11

Para a seleção dos estímulos, após terem sido calculadas as médias ponderadas por amostra, observamos as pontuações finais, e selecionamos os dois grupos de ES. Para o grupo dos ES muito familiares, consideramos um limiar mínimo de 0,6 e obtivemos quatro ES, sendo eles o número 19 (som de inicialização do sistema operacional Windows 7), o número 20 (som de finalização do sistema operacional Windows 7), o número 12 (som de aviso de recebimento de mensagem do chat do Facebook) e o número 14 (som de recebimento de mensagem do chat do Msn). Para o grupo dos ES pouco familiares, consideramos um limiar máximo de 0,2 e obtivemos quatro ES, sendo eles o número 7 (som de síntese aditiva), o número 9 (som de síntese

granular), o número 3 (som produzido com mais de um tipo de síntese) e o número 5 (som de modulação em anel).

Etapa 6: Teste de percepção sonora com mascaramento

Uma vez realizadas todas essas etapas anteriores de alinhamento entre o perfil de hábitos de escuta dos sujeitos selecionados e a seleção de ES significantes para este grupo, tornou-se possível a realização do experimento de fato. Todas as etapas anteriores foram cumpridas para garantir a significância da realização desse último teste, ou seja, para que os resultados representassem da maneira com maior fidelidade as características perceptivas dos indivíduos do grupo em questão, e quiçá dos indivíduos de maneira geral.

Este é um modelo baseado em experimentos já conhecidos na literatura, como alguns apresentados por D. Huron em seu livro “Sweet anticipation” [2], no capítulo em que ele descreve vários modelos experimentais para a medição correlata de expectativa musical. Baseamo-nos também em experimentos descritos por Knudsen em seu artigo “Fundamental Components of Attention” [25], no qual ele relata vários testes realizados com humanos e com macacos para a verificação da influência da memória de trabalho, mais especificamente da capacidade do controle do foco de atenção, na percepção.

Buscamos nessa pesquisa, com a utilização desse modelo, uma maneira de medir a influência da expectativa na percepção sonora dos indivíduos, já que a expectativa não pode ser medida por si mesma. Referimo-nos aqui à percepção de sons ambientais, e não de elementos considerados em primeira instância musicais. Expusemos aos sujeitos estímulos para os quais supostamente eles teriam um maior nível de expectativa de escuta gerada a priori, e juntamente com a introdução de um fator gerador de ruído mascarante, observamos suas respostas perceptivas. O mesmo procedimento foi realizado com estímulos para os quais, a priori, o nível de expectativa sonora gerada seria supostamente muito baixo, e as respostas foram também observadas.

Elaboração do modelo

Para a realização desse experimento, de maneira semelhante ao teste de familiaridade, elaboramos também no ambiente de programação Pd uma ferramenta software (*patch*) com layout simples, com o intuito de padronizar e automatizar o colhimento dos dados. O *patch* foi constituído de dois grupos de objetos, um com elementos de identificação dos resultados e o outro com elementos de sinalização das respostas, além de instruções básicas para os sujeitos. No primeiro havia locais para inserção do número (informado pelo supervisor do teste), gênero e idade do sujeito, para que os resultados dos testes pudessem ser associados às informações anteriormente colhidas. Esses dados foram atribuídos ao nome do arquivo texto no qual constaram os resultados. Além desses dados de identificação, a data e a hora de realização dos testes também foram armazenadas, tendo sido inseridas dentro do arquivo de maneira automática, para possíveis futuras comparações dos resultados. No segundo grupo, havia objetos para a sinalização do início do teste e do momento exato no qual o sujeito apertou a barra de espaço para indicar a percepção do estímulo. É importante ressaltar que os ES foram expostos em uma sequência aleatória, e em momento nenhum da realização dos testes os sujeitos tiveram acesso visual a suas respostas, ou de qualquer outro tipo.

Para todo procedimento de exposição de amostra sonora, ao mesmo tempo em que esta começa a ser exposta, um som ruidoso causador de mascaramento é introduzido, visando dificultar a percepção do ES pelo sujeito, fazendo com que o controle *top-down* do foco de atenção intervenha no processo, na tentativa de aumentar a sensibilidade perceptiva para o estímulo em questão. O elemento sonoro utilizado com o intuito de dificultar a percepção sonora foi o som de água corrente, o qual segundo Jeon et al. [24] é eficiente para a geração de mascaramento de todo o âmbito de frequências da percepção humana e não é considerado como um som causador de incômodo, o que é muito importante uma vez que é um som com presença praticamente constante durante todo o teste.

Cada ES tem a duração de cinco segundos e é repetido um número livre de vezes até o momento em que o sujeito o tenha percebido. A sua intensidade começa em 20 dB e aumenta gradativamente, de três em três dB, a cada nova exposição completa, até o momento em que aquele aperta a tecla de espaço para a sinalização da sua percepção. O som mascarante tem a intensidade fixa em 70 dB. Entre cada procedimento, há um breve momento de aproximadamente dez segundos de silêncio, para evitar a exaustão nos ouvidos.

Modelo do teste de percepção sonora com mascaramento

A partir de uma escuta binaural, por meio da utilização de fones de ouvidos, simulamos um ambiente sonoro com elevada quantidade de informação e com alto nível de energia espalhada de maneira uniforme por todo o âmbito espectral da audição humana, no intuito de gerar um plano de fundo sonoro com potencial mascarante, tendo sido para isso utilizado o som de água corrente.

Na presença desse Sinal Mascarante (SM) com intensidade fixa em 70 dB, expusemos os sujeitos a um ES muito/pouco familiar com ordem gerada aleatoriamente. Esse estímulo foi repetido indefinidamente sem pausa entre as repetições, com intensidade crescente, começando em 20 dB e aumentando de 3 em 3 dB, chegando até a intensidade instantânea de percepção, momento o qual foi sinalizado com um clique na tecla de espaço, causando a interrupção das repetições. Vale reiterar que como ES foram utilizados sons extraídos de paisagens sonoras, os quais não possuem para essa pesquisa qualquer contextualização de significado musical. Esse procedimento é repetido automaticamente até a exposição de todos os vinte ES, com pausas de dez segundos entre cada um.

Aplicação do teste

Os testes foram aplicados em três⁹ sujeitos selecionados de maneira individual, sem que eles tivessem acesso aos resultados dos outros participantes, ou mesmo aos seus próprios. Foram expostas os 8 ES, cada uma com cinco segundos de duração e com pausas de dez segundos entre os procedimentos, mais o tempo levado para a percepção de cada ES, totalizando, em média, aproximadamente dez minutos de teste para cada sujeito.

A execução dos testes, de maneira similar aos testes de familiaridade, foi feita em uma sala do Instituto de Artes, com isolamento acústico parcial e com nível de luz o mais baixo possível (devido a luz do dia), para a criação de um ambiente introspectivo e que estimulasse a concentração. Nesta sala, no momento do teste havia disposto apenas uma mesa e uma cadeira, com o computador e fones de ouvido, na tentativa de evitar qualquer distração para o sujeito. Os testes foram realizados com fones de ouvido, possibilitando uma escuta binaural, o que diminuiu a interação do som com a ambiência da sala e também com outros sons que pudessem ter vazado para o local, mantendo condições padronizadas para todos os sujeitos.

⁴ Esses testes foram realizados com apenas três sujeitos, devido à desistência de dois deles, apenas na última etapa.

Análise dos Resultados

Após a realização do teste de percepção sonora com mascaramento, considerando como parâmetros de análise aqueles descritos abaixo, fizemos comparações entre as respostas aos estímulos considerados muito familiares com as respostas aos estímulos considerados pouco familiares. E dessa maneira buscamos verificar a veracidade da hipótese, a qual propõe que a expectativa influencia o processo de percepção sonora, de maneira a aumentar a acuidade perceptiva.

Parâmetros de Medida

Sabemos que não estamos aferindo medidas qualitativas para a expectativa do ouvinte, mas procuramos medir as reações que estão correlacionadas a ela, como mencionado no referencial teórico. Os aspectos da percepção que associamos ao Estímulo Sonoro (ES) durante os nossos experimentos serão descritos por dois parâmetros:

- (IM) - Intensidade sonora do ES no momento da percepção, em dB (SPL);
- (TA) - Tempo de percepção absoluto desde o início da primeira exposição do ES), em milissegundos.

Apresentamos a seguir a Tabela 7 e a Tabela 8 com os dados obtidos, estando os sujeitos representados nas linhas e os ES nas colunas.

Tabela 7: Intensidade mínima necessária (em decibel) para percepção por sujeito para cada ES.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1	14,29	36,22	42,21	29,63	51,77	13,87	33,94	18,57
2	26,77	42,24	44,46	42,75	50,84	24,77	40,27	12,68
11	47,53	45,22	48,10	29,48	51,52	24,77	43,22	15,64

Tabela 8: Tempo absoluto (em milissegundos) por sujeito para cada ES.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
1	82,94	100,49	105,20	141,13	128,58	84,63	80,94	130,94
2	124,12	117,68	118,75	136,64	127,34	109,77	103,50	110,42
11	190,25	120,34	116,36	140,29	123,20	109,75	122,57	111,16

Algoritmo de Análise

Para cada parâmetro de análise dos ES, foi calculada a média aritmética dos valores e a sua respectiva variância. A média foi definida por:

$$\mu_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n a_{ij}$$

Equação 7: Média por ES das respostas dos sujeitos.

Onde:

$0,2 \leq a_{ij} \leq 1,0$ é a resposta paramétrica do ES i para o candidato j ;

n é o número sujeitos, sendo no total 3;

μ_i é a média aritmética para o ES i .

E a variância definida por:

$$\sigma^2_i = \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n (a_{ij} - \mu_i)^2$$

Equação 8: Variância por ES das respostas dos sujeitos.

Onde:

$0,2 \leq a_{ij} \leq 1,0$ é a resposta paramétrica do ES i para o candidato j ;

n é o número de sujeitos, sendo no total 3;

μ_i é a média aritmética para o ES i ;

σ^2_i é a variância estatística para o ES i .

Apresentamos a seguir os resultados dos cálculos das médias e variâncias por parâmetro.

Tabela 9: Média por parâmetro para cada ES (NF crescente).

	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6	ES 7	ES 8
IM	41,23	29,54	33,96	44,93	21,14	51,38	15,64	39,15
TA	112,84	132,44	139,36	113,44	101,38	126,37	117,51	102,34

Tabela 10: Variância estatística por parâmetro para cada ES (NF crescente).

	ES 1	ES 2	ES 3	ES 4	ES 5	ES 6	ES 7	ES 8
IM	21,02	281,82	58,01	8,83	39,62	0,23	8,70	22,46
TA	116,04	2930,63	5,71	52,27	210,41	7,93	135,41	434,46

Ainda nessa etapa, calculamos também a média das médias aritméticas e a média das variâncias gerais para cada parâmetro de análise por grupo de ES, especificamente do grupo de ES considerados muito familiares e do grupo de ES considerados pouco familiares. Tendo feito isso temos as tabelas a seguir.

Tabela 11: Média das médias por parâmetro para cada grupo de ES.

	ES pouco familiares	ES muito familiares
IM	37,41	31,83
TA	124,52	111,90

Tabela 12: Média das variâncias por parâmetro para cada grupo de ES.

	ES pouco familiares	ES muito familiares
IM	92,42	17,75
TA	776,16	197,05

Ao compararmos as respostas individuais dos oito ES por parâmetros, não conseguimos chegar a observações conclusivas, pois individualmente os ES não obtiveram os resultados desejados pela proposição da tese. Nas tabelas 11 e 12, vê-se que os primeiros quatro ES, ainda que sejam do grupo de ES pouco familiares, não são individualmente todos maiores que os outros quatro ES, os quais, por pertencerem ao grupo de ES muito familiares, deveriam todos apresentar valores individuais menores.

Mas quando comparamos as respostas para os grupos de ES, podemos observar nas tabelas 3 e 4 que as médias para os parâmetros do grupo dos ES considerados muito familiares obtiveram valores menores do que as médias para os parâmetros do grupo de ES considerados pouco familiares. Observamos ainda que para o primeiro grupo, a média de variância foi mais baixa do que para o outro grupo, no qual as variâncias foram em média mais elevadas.

Considerações sobre o Estudo Piloto

Ao compararmos as respostas individuais dos oito ES por parâmetros, não conseguimos chegar a observações conclusivas, pois individualmente os ES não obtiveram os resultados desejados pela proposição da tese. Na Tabela 9 e na Tabela 10, vê-se que os primeiros quatro ES, ainda que sejam do grupo de ES pouco familiares, não são individualmente todos maiores que os outros quatro ES, os quais, por pertencerem ao grupo de ES muito familiares, deveriam todos apresentar valores individuais menores.

Uma vez que consideremos que as médias e as variâncias do grupo de ES muito familiares foram um pouco menores do que para as do grupo de ES pouco familiares, podemos chegar a conclusões ainda pouco convincentes, havendo indícios para a confirmação de que a hipótese proposta seja verdadeira e que a expectativa tenha um papel importante no processo de percepção sonora, ao proporcionar um maior nível de acuidade perceptiva.

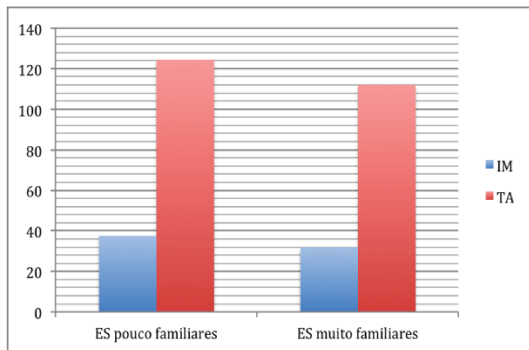


Figura 7: Média das médias por grupo de ES.

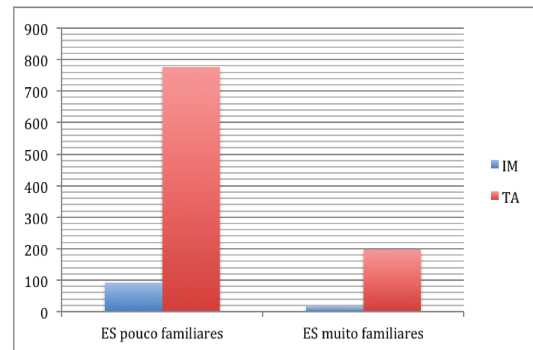


Figura 8: Médias das variâncias por grupo de ES

Na Figura 7 e na Figura 8, é possível visualizar que os resultados por parâmetros obtidos enquanto grupo de es foram diferentes, apresentando melhora na performance perceptiva dos sujeitos do experimento para o grupo de es muito familiares, o que está de acordo com as previsões realizadas nas hipóteses da pesquisa.

O estudo piloto aqui proposto não mede a expectativa do sujeito de maneira direta, mas definimos operacionalmente uma quantidade mensurável, que é assumida para correlacionar com as construções teóricas. Nenhum método irá capturar a essência completa do que é expectativa, mas alguns resultados permitirão vislumbres mais claros de como ela opera dentro do recorte da pesquisa. Torna-se necessário evidenciar que ainda que este projeto baseia-se na teoria de Huron [2], ele se diferencia por pesquisar o processo de expectativa vinculado a sons ambientais de caráter espectral complexo, os quais variam em uma escala de Nível de Familiaridade. Destacamos quais sons são importantes no contexto individual, e posteriormente,

extrapolamos os resultados dos experimentos psicoacústicos utilizando uma abordagem estatística.

Apresentamos a seguir pontos que acreditamos terem contribuído para que os resultados desse estudo não fossem tão conclusivos:

- a) Baixa amostragem de sujeitos para a realização do teste.
- b) Possibilidade de os métodos utilizados para análise dos dados não serem os mais adequados ao perfil de respostas, carecendo de um melhor estudo estatístico.
- c) Utilização do nível de intensidade como parâmetro, ao invés do *loudness*, uma vez que sabemos que a percepção de intensidade não ocorre de maneira linear para todo o espectro de frequências audíveis, tendo uma maior ênfase na região em torno de 1 kHz.
- d) Falsa padronização do tamanho das amostras: amostras com tamanho menor que 5 segundos foram repetidas para que completassem o tamanho padrão, mas sabemos que a repetição interfere na familiaridade do ES para o ouvinte.

Finalmente, na tentativa de resolver essas possíveis falhas do método apresentado, desenvolvemos o estudo experimental final, o qual será exposto a seguir.

3.2. Estudo Final

No desenho deste experimento final, utilizamos um Grupo Experimental (GE) com sujeitos heterogêneos e Estímulos Sonoros (ES) também heterogêneos. Para o grupo de sujeitos com perfil de vivência sonora diversificado, aplicamos estímulos que se diferenciavam por níveis de familiaridade, variando de acordo com o perfil de cada sujeito. Definimos o grupo de sujeitos e os estímulos a seguir:

- a)** Grupo Experimental (GE): 20 sujeitos voluntários, de ambos os sexos, dentro de uma faixa etária de 18 a 30 anos, pertencentes ao universo de estudantes universitários, não sendo estudantes ou profissionais das áreas de sonologia, design sonoro, composição de música eletroacústica ou áreas afins.
- b)** Estímulos Sonoros (ES): 20 estímulos, de 5 segundos, padronizados em -3 dB (FS), os quais variam em nível de familiaridade (NF).

O valor de 20 sujeitos para o experimento piloto é uma quantidade estimada segundo o cálculo da amostra populacional (n), objetivando uma potência estatística de 80%, um nível de significância $p \leq 0,05$, e um coeficiente de correlação $r = 0,6$, considerando a realização de um teste unicaudal. Como resultado desse cálculo obtivemos o resultado de $n = 18,39$, valor que foi aproximado para 20 indivíduos.

Os ES¹⁰ foram padronizados em relação à duração e a intensidade específica para que todos os sujeitos tivessem as mesmas condições de referência na realização dos testes, fazendo com que as respostas se diferenciassem somente por características pessoais e específicas de cada sujeito. Dentre os 20 ES utilizados, 10 deles eram sons vocais de humanos e outros mamíferos, e os outros 10 eram estes

¹⁰ Todos os Estímulos Sonoros foram retirados do banco de sons disponível no site www.freesound.org. Todos os ES possuem licença *creative commons*.

sons anteriores submetidos à reversão da onda sonora (domínio do tempo) e alterados com efeitos de *distorção* e *phaser*.

A escolha desses estímulos se deu pelo motivo de que sons vocais humanos e de outros mamíferos são sons que apresentam um Nível de Familiaridade (NF) alto, pela elevada frequência de contato durante o decorrer da vida, e a utilização dos mesmos sons invertidos e tratados, foi pelo motivo de que ao se reverter os sons, a inteligibilidade dos sons é modificada, mas se mantêm semelhantes as características espectrais. Os efeitos foram utilizados na tentativa de que a inteligibilidade fosse diminuída de maneira mais acentuada, ainda que as características espectrais fossem sofrer alterações. É importante ressaltar que mesmo com as alterações realizadas, todos os estímulos foram devidamente normalizados em -3 dB (FS).

Para propiciar maior acessibilidade e portabilidade, bem como precisão no controle do ES, utilizamos escuta binaural via fones de ouvido, para garantir minimamente as mesmas condições para todos os sujeitos. O fone utilizado foi um Sennheiser, modelo HD 518, o qual possui uma resposta em frequência de 14Hz a 26kHz, nível de pressão sonora de 108 dB (SPL), impedância de 50 Ω , com um Total de Distorção Harmônica (THD) menor que 0,2%.

Esse experimento se diferencia, em relação ao método, do estudo piloto realizado anteriormente. No outro experimento, realizamos vários testes com o intuito de selecionar um grupo de sujeitos com homogeneidade no perfil de vivência sonora, para depois selecionarmos os Estímulos Sonoros que fossem pertinentes a esse grupo. Mas, ao revisarmos esse modelo, percebemos a dificuldade de se conseguir um grupo realmente homogêneo, uma vez que a vivência sonora de cada indivíduo é muito díspar, e para alcançarmos essa semelhança, seria necessária uma amostra populacional muito maior e um estudo estatístico muito mais preciso. Ao considerarmos essas questões, buscamos um método que fosse mais prático e mais efetivo. A Figura 2 apresenta as etapas do experimento que será descrito nas próximas seções.



Figura 9: Fluxograma do método experimental, no qual se apresentam as duas etapas do experimento.

Descrição do Experimento Final

O experimento Final foi realizado em duas etapas.

- I. **Teste Final de Percepção Sonora com Mascaramento:** aplicamos o teste, com o intuito mensurar quantitativamente as respostas dos sujeitos aos estímulos sonoros;
- II. **Teste Final de Familiaridade:** aplicamos esse teste para que os sujeitos julgassem os estímulos sonoros quanto à sua familiaridade;

Etapa I: Teste Final de Percepção Sonora com Mascaramento

Assim como o anterior, este é um modelo baseado em experimentos já conhecidos na literatura, como os já relatados testes apresentados por D. Huron em seu livro “Sweet anticipation” [2], e os descritos por Knudsen em seu artigo “Fundamental Components of Attention” [25]. Com a aplicação desse método visamos medir a influência da expectativa na percepção sonora dos indivíduos, sob o viés da

familiaridade, já que a expectativa não pode ser mensurada objetivamente, e que familiaridade e expectativa estão correlacionadas, como já mencionado previamente.

Utilizamos neste estudo elementos sonoros, os quais em primeira instância não fossem considerados musicais, nem mesmo elementos que trouxessem algum conteúdo verbal explícito, pois procuramos isolar o foco da questão perceptiva, das possíveis questões semânticas que poderiam vir à tona, e que não entram no âmbito da pesquisa aqui retratada. Expusemos aos sujeitos estímulos com níveis de familiaridade variados, que neste momento ainda não haviam sido discriminados; e observamos suas respostas perceptivas específicas a cada um deles.

Elaboração do modelo

Para a realização desse experimento elaboramos no ambiente de programação em alto nível, o *Pure Data* (Pd), uma ferramenta software (*patch*) com layout simples, com a finalidade de padronizar e automatizar o colhimento dos dados. No *patch* havia objetos que estruturavam a sequenciação dos ES, além de outros para a sinalização do início do teste e do momento exato no qual o sujeito apertou a barra de espaço, indicando a percepção do estímulo. Os dados foram armazenados automaticamente logo após cada procedimento.

Para todo procedimento de exposição do estímulo sonoro, ao mesmo tempo em que começa a ser exposto, um som ruidoso mascarante é introduzido, visando dificultar a percepção do ES pelo sujeito, fazendo com que o controle *top-down* do foco de atenção intervenha no processo, na tentativa de aumentar a sensibilidade perceptiva para o estímulo em questão. O elemento sonoro utilizado com o intuito de dificultar a percepção sonora foi o ruído branco. No teste piloto, o som utilizado tinha sido o som de água corrente, o qual, segundo Jeon et al. [24], é eficiente para a geração de mascaramento de todo o âmbito de frequências da percepção humana, assim como o ruído branco, e não causa grande nível de incômodo. Mas pudemos verificar que, apesar de sua eficiência na função de mascarante, suas micro variações inerentes

geram uma ambiguidade perceptiva, podendo confundir o sujeito, o qual pode acabar acreditando ter percebido algo que na verdade era a própria variação da corrente de água, o que geraria um falso resultado para a pesquisa.

Modelo do teste de percepção sonora com mascaramento

A partir da utilização do ruído branco, criamos um ambiente sonoro com alto nível de energia espalhada de maneira uniforme por todo o âmbito espectral da audição humana, no intuito de gerar um plano de fundo sonoro com potencial mascarante. Na presença desse Sinal Mascarante (SM), o qual tinha a intensidade fixa em 60 dB, expusemos os sujeitos a cada um dos ES selecionado aleatoriamente pelo computador. Esse estímulo era repetido indefinidamente, sem intervalo entre as repetições, com intensidade crescente até o momento da percepção do sujeito. A intensidade inicial era 20 dB e a cada reexposição, aumentava em passos de 3 dB, chegando até a intensidade instantânea de percepção, momento o qual foi sinalizado com um clique na tecla de espaço, causando a interrupção das repetições. Esse procedimento foi repetido automaticamente até a exposição de todos os 20 ES ser completada, com pausas de dez segundos entre cada uma.

Aqui armazenamos os parâmetros para análise estatística, os quais eram o *Tempo de Resposta Absoluto* desde o início da exposição, o *Nível de Intensidade Sonora Específico* do ES no momento da percepção, e o *Nível de Intensidade Geral* no momento da percepção, o qual consiste da somatória do *Nível de Intensidade Sonora Específico* mais o nível de intensidade sonora do ruído branco.

Aplicação do teste

Os testes foram aplicados em sujeitos que se dispuseram a participar como voluntários, de maneira individual, sem que nenhum deles tivesse acesso aos resultados dos outros participantes, nem mesmo aos seus próprios. Foram executados

em locais variados, mas com a condição de que respeitassem o critério de baixo nível de ruído ambiente. No local, no momento do teste, havia disposto apenas uma mesa e uma cadeira, com o computador e os fones de ouvido, na tentativa de evitar qualquer distração para o sujeito. Como os testes foram realizados com fones de ouvido, minimizou-se a interação do som com a ambiência da sala e também com outros sons que pudessem vazar para o local, mantendo condições padronizadas para todos os sujeitos.

Etapa II: Teste Final de Familiaridade

O objetivo dessa etapa foi aferir experimentalmente os níveis de familiaridade específicos individuais para cada ES utilizado, para que, posteriormente pudessem ser calculadas as correlações entre esses dados e os outros parâmetros colhidos na etapa anterior.

Elaboração do teste

Para a realização do teste, elaboramos no ambiente de programação em alto nível *Pure Data* (Pd) uma ferramenta software (*patch*) com layout simples, para que os testes e o colhimento dos dados fossem realizados de maneira automatizada e padronizada. O *patch* foi constituído de objetos que estruturaram a sequenciação dos ES, e armazenaram os Níveis de Familiaridades colhidos. Havia ainda um objeto que indicava as possibilidades de Nível de Familiaridade existentes, a partir do qual o sujeito selecionava a opção que lhe era mais conveniente. Esse objeto estava organizado com 5 opções de resposta, seguindo a gradação da escala *Likert* [45] de familiaridade, sendo que a opção mais à esquerda correspondia a *nada familiar*, com as gradações intermediárias até chegar na opção mais à direita, que correspondia a *muito familiar*.

Em relação à exposição dos ES, o *patch* foi desenvolvido para gerar sequências aleatórias para cada sujeito. As amostras, como dito anteriormente, tinham uma

duração de cinco segundos cada uma, tendo sido permitido ao sujeito, somente após o término das repetições, um tempo livre para a classificação do Nível de Familiaridade.

Para esse teste, os dados armazenados foram apenas o valor do Nível de Familiaridade específico por ES atribuído pelo sujeito.

Aplicação do teste

Os testes foram aplicados em todos os 20 sujeitos que se dispuseram a participar como voluntários, de maneira individual, sem que eles tivessem acesso aos resultados dos outros participantes, nem mesmo aos seus próprios. Foram expostos para eles os 20 ES, os quais eram repetidos duas vezes cada um.

Como já detalhado na etapa anterior, os testes foram executados em locais variados, mas com a condição de que respeitassem o critério de baixo nível de ruído ambiente. No local, no momento do teste, havia disposto apenas uma mesa e uma cadeira, com o computador e os fones de ouvido, na tentativa de evitar qualquer distração para o sujeito. Como os testes foram realizados com fones de ouvido, minimizou-se a interação do som com a ambiência da sala e também com outros sons que pudessem vazar para o local, mantendo condições padronizadas para todos os sujeitos.

Análise dos resultados

Nesta seção fazemos a análise dos dados que obtivemos nas duas fases do experimento. Os dados foram organizados de acordo com a sequência na qual desenvolvemos a aquisição de dados. Ou seja, primeiramente analisamos os dados relacionados a interação dos 20 sujeitos com as 20 amostras do ponto de vista do mascaramento. Segue a apresentação dos dados relacionados com a familiaridade. Nesse caso apresentamos os Níveis de Familiaridade relativos a escala (Likert) de 1 a 4 que foi utilizada durante o experimento. No final, alinhamos as amostras mais familiares com os subconjuntos de indivíduos a elas associado. O objetivo desse procedimento é verificar como os parâmetros de análise se distribuem entre os sujeitos e buscar um comportamento padrão entre eles. No final da análise, discutimos a nossa hipótese experimental, a qual é verificar se há uma possível correlação entre expectativa e familiaridade, frente aos dados coletados no experimento.

Parâmetros de Medida

Os aspectos da percepção que associamos ao Estímulo Sonoro (ES) durante os nossos experimentos serão descritos por quatro parâmetros:

(IA) - Intensidade sonora da Amostra no momento da percepção, em dB (SPL);

(IT) - Intensidade sonora Total (amostra mais ruído branco) no momento da percepção, em dB(SPL);

(TT) - Tempo Total para reação do sujeito, desde o início da exposição da amostra até o momento da percepção, em milissegundos;

(LT) - *Loudness* Total do sujeito variando com o tempo, em dB.

Dados de Mascaramento

A seguir apresentamos a Tabela 13 e a Tabela 14, as quais apresentam todos os dados colhidos, estando os sujeitos organizados nas linhas e os ES nas colunas.

Tabela 13: Intensidade sonora da Amostra (IA) por sujeito (S), para cada ES.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S1	50,34	44,45	60,56	50,75	54,43	50,44	55,63	54,62	53,79	44,48	51,27	39,48	50,09	43,08	46,25	46,79	51,48	49,16	50,64	50,43
S2	46,95	37,93	55,23	50,84	51,43	47,35	46,42	49,26	54,12	47,13	53,77	40,99	52,46	44,02	49,28	47,92	47,76	47,20	46,84	43,90
S3	52,95	52,91	60,72	53,75	54,30	35,44	58,49	55,26	47,92	44,29	56,77	50,10	56,28	60,22	52,28	53,16	56,20	55,27	57,29	47,52
S4	47,34	44,45	57,72	53,87	54,16	47,19	52,51	51,97	54,12	47,26	50,44	42,48	49,39	41,26	43,23	48,13	46,29	49,84	53,81	47,19
S5	40,95	46,93	57,56	38,82	45,30	44,35	54,43	33,87	42,00	35,29	54,50	32,19	43,22	29,02	43,19	47,92	39,48	52,84	32,80	49,90
S6	53,16	49,93	60,72	50,84	51,30	53,48	58,00	57,97	54,12	47,02	60,50	50,42	53,43	52,08	55,27	53,02	55,09	53,07	52,43	52,90
S7	30,73	38,67	28,54	47,85	42,43	44,35	28,58	31,46	56,94	41,48	43,12	30,42	44,49	22,08	28,23	41,16	21,56	45,67	22,12	41,52
S8	47,54	43,93	61,64	53,87	51,46	50,44	46,51	51,97	51,05	47,48	52,17	44,41	52,79	53,10	58,28	54,67	55,09	50,09	50,41	47,19
S9	49,95	46,93	58,23	53,90	54,22	53,48	52,49	52,25	53,45	46,78	46,17	47,35	55,79	46,99	46,23	47,39	49,94	49,27	52,12	49,90
S10	35,34	14,41	21,72	19,54	27,43	38,44	31,63	30,87	26,30	35,43	18,27	18,24	50,43	25,99	28,18	49,08	32,76	28,27	38,06	44,52
S11	41,16	47,37	25,54	26,09	48,49	41,35	51,43	49,45	50,94	43,93	30,96	41,10	53,28	28,08	37,21	36,67	10,94	49,17	40,43	20,43
S12	50,55	50,32	46,51	59,75	54,46	53,44	58,49	55,46	56,94	44,29	60,96	47,35	55,39	58,86	55,27	54,55	54,91	52,27	50,64	49,90
S13	56,55	50,32	60,03	56,87	57,43	56,44	58,49	54,87	57,14	50,42	59,77	50,10	58,39	58,65	52,27	57,13	59,20	55,65	56,88	50,29
S14	50,54	46,85	61,64	53,71	51,37	47,44	55,42	55,53	53,94	47,02	55,17	42,26	52,79	46,50	43,28	44,16	52,39	48,97	46,43	50,13
S15	47,54	46,92	49,15	50,87	54,49	50,44	55,08	52,26	53,92	41,43	55,17	44,19	56,43	44,02	43,21	47,16	55,09	49,62	49,43	47,19
S16	44,16	41,44	58,51	50,85	30,16	41,35	43,49	52,26	49,73	44,42	51,83	42,48	23,43	42,22	43,21	45,99	38,20	52,84	47,06	29,30
S17	47,17	41,39	57,56	50,82	51,46	50,43	52,42	52,25	53,92	47,29	53,77	44,19	49,46	40,99	43,25	48,67	47,76	47,20	47,88	47,30
S18	50,16	49,93	64,15	50,85	54,30	50,43	55,42	55,46	57,12	47,02	52,12	42,26	53,43	45,40	46,27	50,16	52,09	51,67	50,59	53,19
S19	50,54	47,47	60,56	47,90	33,22	50,43	52,00	55,53	51,05	47,29	53,77	44,42	47,49	46,08	46,27	48,94	49,39	52,16	50,88	53,19
S20	53,55	46,87	61,15	53,84	54,37	53,48	55,00	55,26	54,05	47,06	53,44	45,42	55,46	49,65	49,25	50,16	48,48	55,27	53,41	50,30

Tabela 14: Intensidade sonora Total (IT) por sujeito (S), para cada ES.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S1	56,42	55,87	61,39	56,77	57,79	56,71	58,58	57,86	57,61	55,83	56,73	55,71	56,56	55,75	55,82	55,91	56,55	56,42	56,37	56,63
S2	56,01	55,66	58,21	56,85	56,56	56,10	55,87	56,18	57,79	55,99	57,52	55,73	56,92	55,87	56,31	56,19	56,13	56,02	55,94	55,79
S3	57,29	57,25	62,01	57,60	57,87	55,70	59,90	58,35	56,14	55,78	59,35	56,49	58,55	61,44	57,13	57,51	59,00	58,27	59,66	56,09
S4	55,96	55,98	59,85	57,59	57,82	55,93	57,13	56,79	57,69	56,13	56,71	55,72	56,53	55,75	55,71	55,96	55,86	56,44	57,68	56,10
S5	55,73	56,02	59,51	55,73	55,80	55,99	57,93	55,69	55,67	55,70	57,87	55,65	55,69	55,63	55,71	55,89	55,75	57,33	55,80	56,73
S6	57,63	56,44	61,92	56,79	56,58	57,59	59,94	59,52	57,65	55,96	61,79	56,60	57,23	56,89	58,32	57,24	58,14	57,66	56,98	57,33
S7	55,71	55,68	55,72	56,25	55,73	55,83	55,73	55,68	59,51	55,85	55,69	55,78	55,88	55,75	55,86	55,70	55,67	55,94	55,65	55,81
S8	55,92	55,86	62,70	57,62	56,64	56,51	55,84	56,86	56,66	56,00	57,29	55,88	57,44	57,58	59,93	57,98	58,30	56,43	56,50	56,13
S9	56,43	56,11	60,19	57,62	57,55	57,50	56,90	57,17	57,57	55,94	55,65	56,15	58,85	55,95	55,91	56,11	56,47	56,24	57,18	56,73
S10	55,74	55,57	55,70	55,68	55,62	55,70	55,66	55,72	55,71	55,69	55,68	55,61	56,44	55,69	55,65	56,12	55,69	55,67	55,66	55,98
S11	55,71	56,14	55,71	55,76	56,31	55,64	56,79	56,31	56,90	55,88	55,76	55,72	57,39	55,71	55,65	55,67	55,68	55,97	55,66	55,66
S12	56,54	56,67	55,87	61,14	57,68	57,71	59,97	58,07	59,03	55,80	61,93	56,04	58,50	60,64	58,36	58,11	58,01	56,96	56,63	56,44
S13	58,81	56,68	61,31	59,26	59,32	58,92	60,12	58,03	59,45	56,49	61,18	56,44	60,15	60,34	56,98	59,14	60,85	58,31	59,00	56,67
S14	56,48	56,04	62,31	57,62	56,56	55,91	58,17	58,38	57,84	55,95	58,65	55,71	57,41	55,79	55,84	55,84	57,22	56,34	55,76	56,53
S15	56,05	56,00	56,27	56,47	57,95	56,66	57,85	57,07	57,45	55,73	58,32	55,85	59,00	55,85	55,75	56,01	58,01	56,67	56,46	56,31
S16	55,73	55,73	60,04	56,66	55,67	55,72	55,66	57,00	56,23	55,95	57,08	55,72	55,69	55,73	55,69	55,90	55,68	57,51	56,20	55,76
S17	55,91	55,89	59,61	56,65	56,61	56,45	57,05	57,07	57,79	55,98	57,47	55,84	56,25	55,71	55,68	55,93	55,93	56,02	55,76	56,09
S18	56,62	56,49	64,61	56,82	57,37	56,47	58,28	58,41	59,23	56,09	57,19	55,74	57,63	55,75	55,91	56,44	56,73	56,61	56,86	57,55
S19	56,43	56,12	61,75	56,03	55,69	56,39	57,02	58,37	56,72	56,23	57,72	55,82	55,92	55,92	55,80	56,11	56,04	56,66	56,60	57,44
S20	57,26	55,89	62,48	57,67	57,82	57,23	57,97	58,23	57,98	56,04	57,42	55,86	58,44	56,38	56,35	56,20	56,03	58,39	57,69	56,83

Uma vez que a visualização dos dados nestas duas tabelas pode ser complicada, exporemos gráficos de apenas alguns estímulos, para exemplificar o comportamento dos parâmetros, facilitando a apreensão das características dos mesmos. Em seguida apresentamos os dados de cada um dos 20 sujeitos em relação ao ES 1. Explicitamos as diferenças entre as Intensidades da Amostra com as Intensidades Totais (no eixo y) da amostra para cada um dos 20 sujeitos (no eixo x).

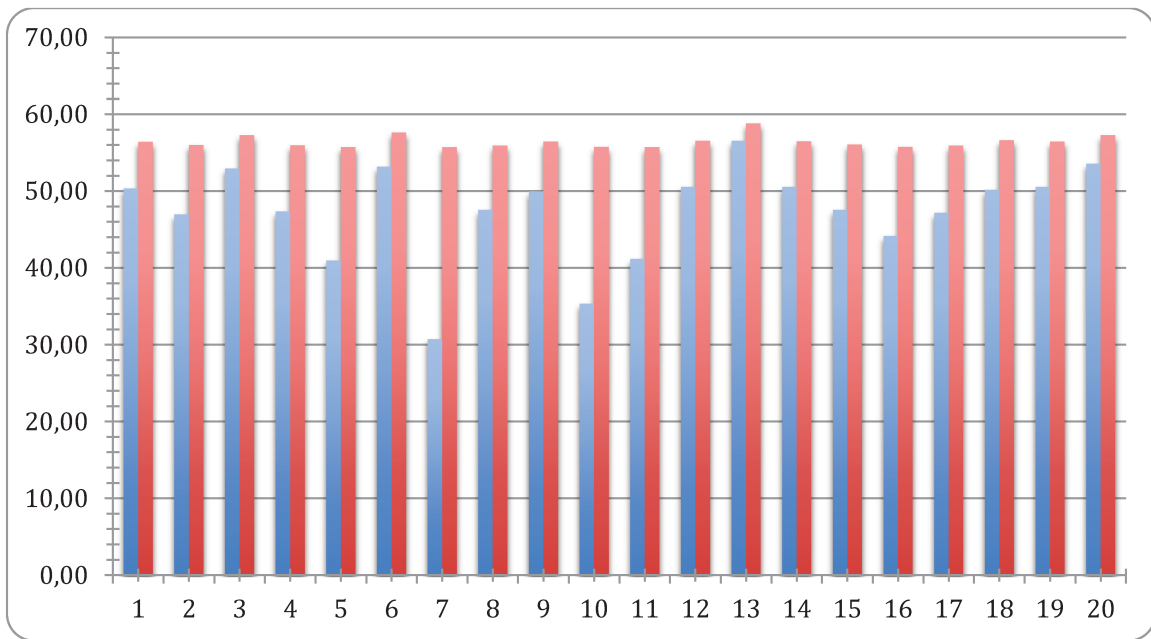


Figura 10: Intensidade da Amostra (IA) em azul e Intensidade Total (IT) em vermelho para cada sujeito (S) em relação ao ES 1. Este gráfico descreve a influência do mascaramento de intensidade produzido pelo ruído branco.

Na Figura 10, podemos observar que a IT manteve-se aproximadamente constante, com apenas pequenas variações, enquanto a IA apresentou maiores variações, o que implica que para o total da intensidade sonora o ruído branco contribui mais significativamente do que a intensidade da amostra. Este comportamento está ligado diretamente com a capacidade de mascaramento do ruído branco. Ou seja, a sua adição faz com se perca o perfil de intensidade das amostras. No total dos estímulos, notamos a repetição desse padrão.

Resposta Temporal

Em relação aos parâmetros de medida da resposta no tempo seguiremos com a mesma estratégia, primeiro apresentando os dados para observação geral e depois restringimos a alguns estímulos.

Tabela 15: Tempo Total de reação em segundos por sujeito (S) para cada ES.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S1	53,29	52,61	82,15	57,35	62,30	48,52	72,62	65,91	66,78	45,01	61,41	47,71	70,12	52,69	57,68	52,11	70,14	60,62	66,70	54,52
S2	49,33	39,67	73,22	58,02	53,99	46,83	57,83	58,19	64,96	48,31	66,66	48,67	74,26	54,85	64,84	53,65	65,65	58,45	62,47	41,60
S3	59,52	63,57	83,11	63,40	59,25	25,84	76,86	67,51	57,05	40,64	68,28	65,03	80,99	82,36	68,26	62,25	77,81	71,39	80,70	47,78
S4	49,82	53,06	77,68	62,36	59,59	46,51	68,37	61,91	66,60	45,67	59,80	52,63	72,96	50,49	55,89	52,80	62,67	62,43	72,70	47,03
S5	39,12	53,87	76,59	37,14	45,30	38,18	70,79	33,03	48,22	28,87	65,46	35,50	60,36	30,17	52,44	55,53	50,59	68,96	40,51	52,96
S6	58,22	59,96	82,48	58,82	57,91	53,21	77,58	72,33	66,51	45,88	72,08	64,50	75,26	66,27	71,20	62,25	74,86	68,66	73,20	56,58
S7	22,54	43,32	28,41	55,25	42,41	37,94	30,23	30,13	70,96	37,64	45,18	32,02	60,59	16,26	29,91	41,47	21,60	55,58	23,88	39,08
S8	52,21	50,18	82,10	64,25	58,74	49,07	57,36	64,76	61,97	47,11	58,54	54,19	77,89	68,85	77,07	63,40	73,56	63,38	66,05	48,14
S9	54,16	54,31	77,16	61,71	59,42	53,11	67,46	62,76	65,76	46,04	48,81	58,76	79,32	58,73	57,62	53,34	67,00	60,82	72,12	51,80
S10	30,80	1,81	18,39	5,86	16,91	29,64	31,88	29,39	18,86	27,03	6,31	12,83	70,08	23,93	26,67	52,75	40,75	25,32	47,98	42,16
S11	38,99	58,05	22,95	15,68	50,33	32,96	66,01	55,89	61,07	43,25	22,75	49,53	74,31	26,06	42,19	33,73	2,59	61,63	53,31	5,03
S12	54,21	62,78	57,12	72,54	60,61	54,08	76,79	66,74	70,59	43,95	72,92	60,02	80,04	79,72	72,75	62,52	75,27	66,99	68,24	52,29
S13	65,52	62,87	82,83	68,45	68,64	59,85	77,87	67,33	71,91	52,03	75,83	65,04	85,58	80,54	67,80	68,58	83,05	74,12	78,25	52,48
S14	52,95	54,28	81,69	61,49	58,08	45,11	72,28	66,15	66,17	45,30	62,48	51,56	74,57	56,96	54,15	47,28	72,23	61,02	62,81	51,14
S15	51,51	55,60	62,88	59,06	60,14	51,32	72,01	63,50	66,56	36,78	64,50	54,87	79,73	55,07	52,89	52,19	73,92	63,67	67,47	47,61
S16	44,37	48,04	77,64	56,89	19,37	34,00	53,71	62,25	60,02	41,56	59,21	53,19	25,72	52,38	52,86	48,99	48,47	69,21	63,33	18,46
S17	51,10	47,37	80,31	56,09	58,58	49,60	68,00	61,39	63,82	45,76	63,37	53,82	70,12	48,92	52,62	55,25	64,74	59,27	60,76	49,02
S18	56,87	59,78	87,14	58,30	59,51	48,54	72,12	66,35	69,47	46,38	61,67	52,32	74,58	57,14	56,78	56,50	69,16	65,07	70,36	56,74
S19	53,91	57,35	83,18	54,17	24,16	48,64	67,52	66,55	61,60	48,27	62,85	54,76	65,34	57,60	59,38	52,39	67,69	64,91	67,58	57,02
S20	57,83	54,84	82,11	61,36	62,57	55,19	72,15	67,31	66,00	47,21	63,55	56,79	78,93	61,65	61,54	56,50	64,82	70,48	72,03	52,09

Apresentamos então o Tempo Total desde o início da exposição ao Estímulo Sonoro 1 até o momento em que os 20 Sujeitos, percebendo a presença dele destacando-se do ruído branco, reagiram pressionando a tecla de espaço do computador.

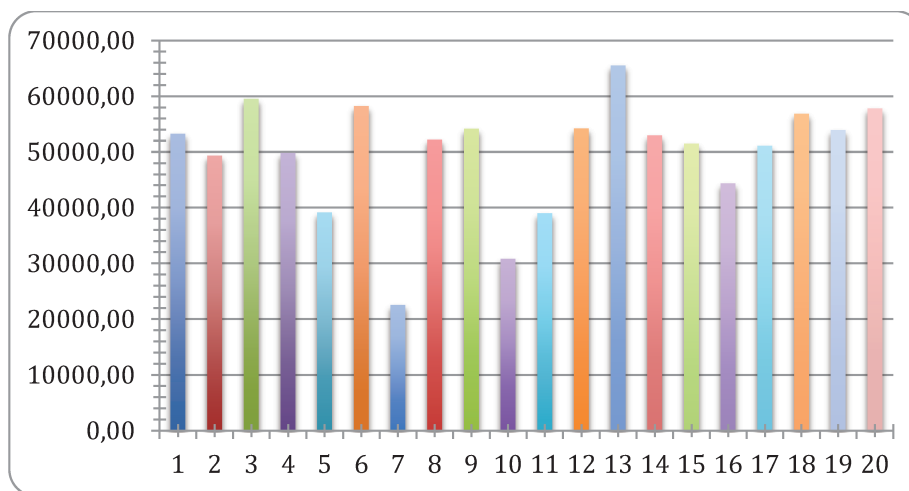


Figura 11: Tempo Total desde o início da exposição do ES 1 até o momento da percepção, em milissegundos.

Podemos notar que os tempos tenderam para uma média de 50000ms, com alguns sujeitos apresentando maiores desvios padrão, o que fica mais claro na Tabela 16, na qual apresentamos, a seguir, os resultados dos cálculos das médias e desvio padrão por parâmetro. Realizamos o cálculo dos valores a seguir, utilizando a mesma formulação já apresentada anteriormente.

Tabela 16: Média e desvio padrão por parâmetro para o ES 1.

	IA	IT	TT
média	47,36 dB	56,42 dB	49813,41 ms
desvio padrão	6,3	0,8	10206,95

Dados de Familiaridade

Iniciamos a nossa análise com a Tabela 17, na qual apresentamos a relação de cada uma das 20 amostras com o grau de familiaridade dos 20 sujeitos. Desta forma, é possível verificar a distribuição dos ES e dos sujeitos.

Tabela 17: Nível de Familiaridade por sujeito (S), atribuído para cada ES.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S1	1	4	3	3	4	4	0	1	4	1	2	1	1	1	4	1	2	1	0	1
S2	0	1	0	4	4	4	0	1	4	4	2	4	0	4	0	4	0	3	4	3
S3	4	4	0	0	4	0	4	4	4	0	0	0	4	4	1	0	0	4	0	4
S4	2	1	1	4	4	0	3	4	1	2	1	3	4	4	1	1	3	4	4	4
S5	0	4	4	4	2	1	1	1	3	3	4	2	4	4	4	3	1	2	1	2
S6	4	1	4	1	3	4	1	4	2	0	4	4	4	4	0	4	4	0	4	4
S7	1	0	4	4	4	4	3	2	1	0	3	4	3	4	1	0	3	4	4	1
S8	4	0	1	2	4	3	1	3	4	1	4	3	4	1	4	4	4	3	4	2
S9	4	3	1	3	0	4	1	0	4	4	2	1	2	4	1	4	4	2	1	0
S10	4	3	4	0	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4
S11	0	0	4	0	1	3	0	1	4	4	1	0	0	3	1	1	0	0	4	4
S12	4	4	3	0	1	0	3	4	2	4	4	3	4	3	3	4	1	4	2	2
S13	4	4	0	4	3	4	4	3	2	4	1	0	2	4	4	4	4	4	3	3
S14	2	2	3	2	3	4	2	2	0	4	4	4	2	4	4	4	2	2	4	2
S15	2	0	0	2	0	0	2	2	0	2	0	2	2	0	0	2	0	4	2	0
S16	0	2	1	2	4	4	2	1	0	1	3	0	3	0	2	4	4	2	0	1
S17	0	4	0	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	1	0	4	2
S18	1	4	0	3	0	2	0	0	2	4	0	1	1	0	1	3	1	3	4	0
S19	3	1	0	3	4	0	1	0	4	1	1	4	0	1	4	3	0	4	0	2
S20	4	2	4	4	0	4	0	1	0	2	2	4	0	0	0	4	3	4	1	0

Por exemplo, o ES 14 e ES 16 foram os que obtiveram um maior subconjunto, com 11 sujeitos aferindo o nível de familiaridade 4 (“extremamente familiar”). Por outro lado, verifica-se que entre esses 11, apenas 4 sujeitos pertencem aos dois subconjuntos. Portanto, não se trata de uma distribuição homogênea. A partir dos resultados apresentados na Tabela 18, a nossa análise direcionou-se no sentido de verificar qual o grau de similaridade das respostas dos sujeitos dentro de um mesmo subconjunto. Apresentamos na Tabela 6 uma compilação dos sujeitos que julgaram como “extremamente familiar” cada um dos 20 ES. Em cada linha da tabela há o índice do ES, seguido do subconjunto de sujeitos e do seu número de elementos.

Tabela 18: Sujeitos que julgaram cada ES como “extremamente familiar”.

ES	Sujeitos	Quantidade
1	S3, S6, S8, S9, S10, S12, S13, S20	8
2	S1, S3, S5, S12, S13, S17, S18	7
3	S5, S6, S7, S10, S11, S20	6
4	S2, S5, S7, S13, S17, S20	6
5	S1, S2, S3, S4, S7, S8, S10, S16, S19	9
6	S1, S2, S6, S7, S9, S10, S13, S14, S17, S20	10
7	S3, S13	2
8	S3, S4, S6, S10, S12	5
9	S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S17, S19	9
10	S2, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S17, S18	9
11	S5, S6, S8, S12, S14, S17	6
12	S2, S6, S7, S10, S14, S17, S19, S20	8
13	S3, S4, S5, S6, S8, S10, S12, S17	8
14	S2, S3, S4, S5, S6, S7, S9, S10, S13, S14, S17	11
15	S1, S5, S8, S10, S13, S14, S17, S19	8
16	S2, S6, S8, S9, S10, S12, S13, S14, S16, S17, S20	11
17	S6, S8, S9, S13, S16	5
18	S3, S4, S7, S10, S12, S13, S15, S19, S20	9
19	S2, S4, S6, S7, S8, S10, S11, S14, S17, S18	10
20	S3, S4, S6, S10, S11	5

A seguir apresentamos os dados de familiaridade dos sujeitos em relação aos 20 ES. Com a Figura 12 e a Figura 13, exemplificamos a distribuição dos Níveis de Familiaridade para os sujeitos S1 e S12, respectivamente.

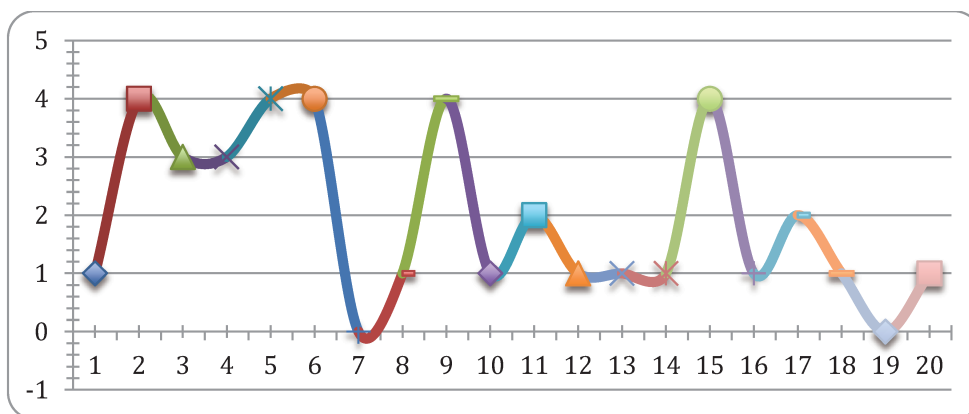


Figura 12: Familiaridade por Amostra, do Sujeito 1.

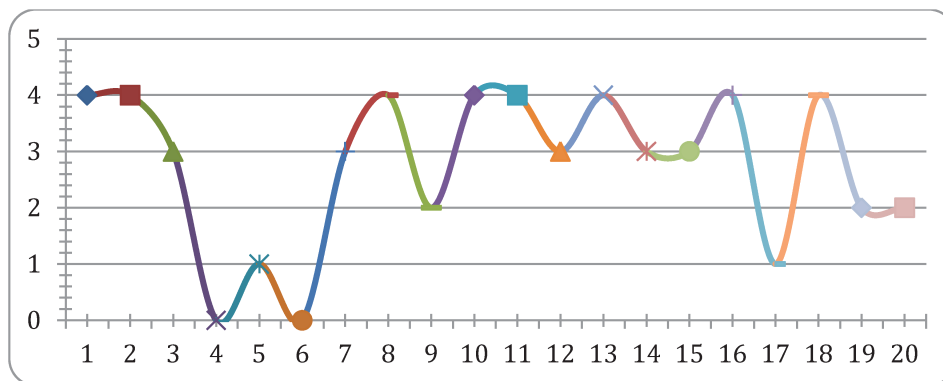


Figura 13: Familiaridade por Amostra, para o Sujeito 12.

A Figura 14 mostra a distribuição das médias dos Níveis de Familiaridade para cada Estímulo Sonoro.

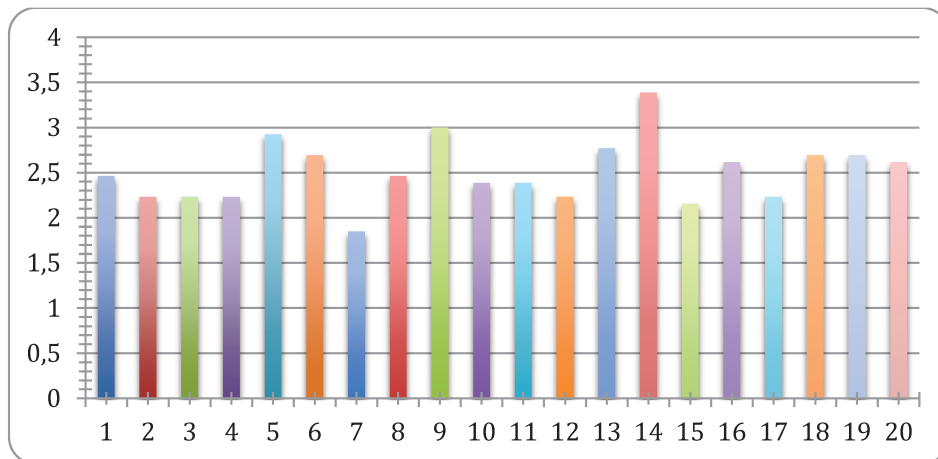


Figura 14: Gráfico da Média da Familiaridade por ES.

E, na Figura 15, apresentamos uma comparação entre as médias dos Níveis de Familiaridade por ES e os respectivos desvios padrão. Podemos notar que em comparação com as médias os desvios foram relativamente altos, mas o que é um efeito comum quando se utiliza escalas discretas para medida.

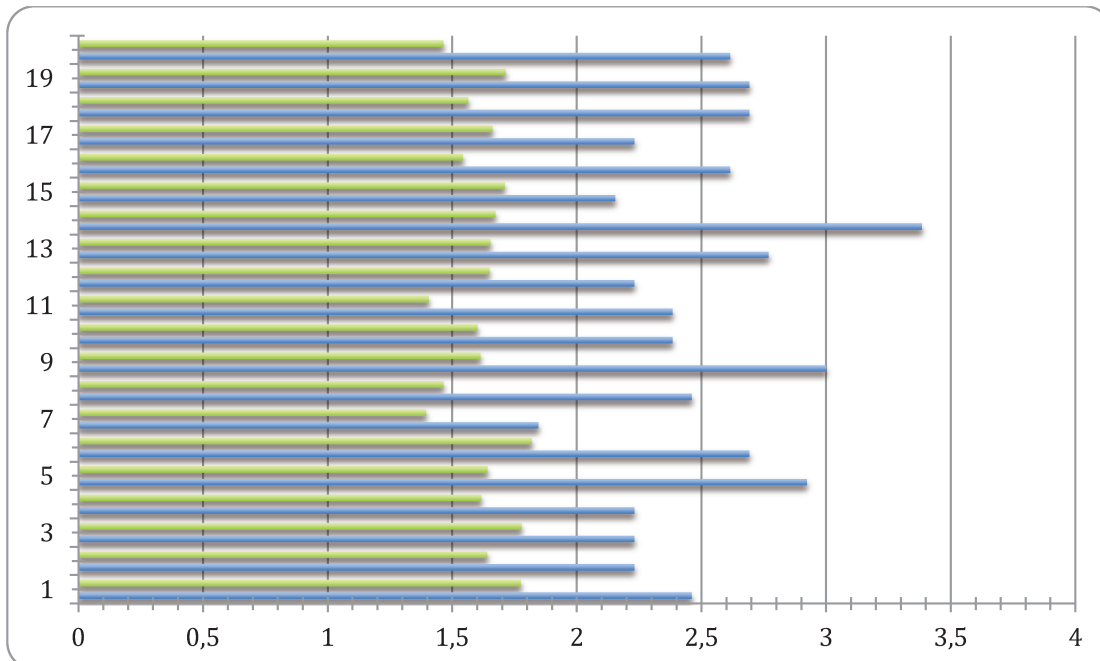


Figura 15: Comparação entre as médias (azul) e os desvios padrão (verde).

Dados de *Loudness*

Sabemos que a percepção da intensidade, ou *loudness*, varia de acordo com as características fisiológicas do ouvido, como já descrito no Capítulo 1, por isso entendemos que a utilização desse fator como parâmetro de análise irá proporcionar resultados que aproximam a nossa análise dos modelos psicoacústicos encontrados na literatura.

A partir da Tabela 19, da Tabela 20 e da Tabela 21, pudemos iniciar a análise utilizando o valor máximo e mínimo da Curva de *Loudness* extraído do ES mais o som mascaramento. Para essa análise apresentaremos a interação entre os sujeitos e o ES 1, ES 14 e ES 16.

Tabela 19: Dados e estatísticas referentes ao *Loudness* do ES 1.

ES 1	LT max	LT min	TT (seg.)	Tendência
S3	5,27	4,87	59,51	0,0067
S6	5,29	4,88	58,21	0,0070
S8	5,24	4,90	52,22	0,0065
S9	5,24	4,89	54,15	0,0064
S10	5,24	4,89	30,81	0,0113
S12	5,28	4,87	54,23	0,0075
S13	5,29	4,87	54,22	0,0077
S20	5,27	4,88	57,82	0,0067
Média	5,26	4,88	52,65	0,0075
Dev. Padrão	0,022	0,011	9,17	0,0016

Tabela 20: Dados e estatísticas referentes ao Loudness do ES 14.

ES 14	LT max	LT min	TT (seg.)	Tendência
S2	5,26	4,91	54,85	0,0065
S3	5,57	4,83	82,36	0,0089
S4	5,29	4,85	50,48	0,0089
S5	5,24	4,86	30,16	0,0128
S6	5,34	4,89	66,27	0,0069
S7	5,25	4,91	16,25	0,0206
S9	5,29	4,82	58,72	0,0080
S10	5,23	4,90	23,92	0,0139
S13	5,50	4,90	80,53	0,0074
S14	5,28	4,88	56,96	0,0070
S17	5,30	4,89	48,92	0,0084
Média	5,32	4,88	51,77	0,0099
Desv. Padrão	0,105	0,031	20,39	0,0041

Tabela 21: Dados e estatísticas referentes ao Loudness do ES 16.

ES 16	LT max	LT min	TT (seg.)	Tendência
S2	5,29	4,89	53,66	0,0075
S6	5,27	4,90	62,25	0,0059
S8	5,34	4,85	63,39	0,0077
S9	5,28	4,89	53,34	0,0074
S10	5,23	4,88	52,76	0,0067
S12	5,28	4,87	62,53	0,0066
S13	5,43	4,90	68,59	0,0078
S14	5,27	4,84	47,28	0,0091
S16	5,27	4,88	48,99	0,0080
S17	5,28	4,90	55,26	0,0068
S20	5,27	4,85	56,49	0,0075
Média	5,29	4,88	56,78	0,0074
Desv. Padrão	0,051	0,021	6,31	0,0009

Como primeira descrição da interação entre Familiaridade e Expectativa, utilizamos uma aproximação linear. Dado o Sujeito $S(i)$, os valores Mínimo $min(i)$ e o Máximo $max(i)$ de *Loudness* e o Tempo Total de resposta desse sujeito $dt(i)$, o parâmetro Tendência, denotado $T(i)$, é calculado a seguinte forma:

$$T(i) = \frac{\max(i) - \min(i)}{dt(i)}$$

Equação 9: Cálculo do valor de Tendência.

O parâmetro Tendência relaciona os valores Mínimo e Máximo da curva de *Loudness* com o Tempo Total (TT) da resposta de cada um dos 20 sujeitos. Ou seja, o parâmetro Tendência indica a taxa de variação temporal do *Loudness* e nessas tabelas nas quais foram apresentados estímulos com alto grau de Familiaridade, observou-se que os valores das Tendências são muito próximos. Na comparação da Tabela 19, da Tabela 20 e da Tabela 21, verificando a relação entre *loudness* e os estímulos 1, 14, 16, os quais obtiveram os maiores níveis de Familiaridade, podemos observar Tendências semelhantes na resposta dos Sujeitos. Observamos que o desvio padrão foi bastante pequeno, demonstrando que os sujeitos que aferiram o NF alto, tiveram homogeneidade entre as suas características perceptivas e as características cognitivas, dando fortes indícios para a confirmação de que a antecipação/expectativa por correlação com a familiaridade influencia o processo perceptivo no intuito de melhorar a acuidade perceptiva.

Conclusões e Considerações Finais

Introduzimos nossa pesquisa indagando sobre a capacidade do ser humano de identificar alguns sons de maneira mais eficiente que outros e se essa capacidade pode ser aprimorada com treinamento. Enfatizamos que, na pesquisa atual sobre a percepção e cognição sonora, o papel das parciais espectrais do som recebe muito maior atenção e o estudo psicoacústico, utilizando-se apenas de dos sons puros, foi estendido à análise de sons sucessivos de espectro complexo. Mudou-se também o ponto de vista, no qual o mecanismo de seletividade frequencial do ouvido era considerado um processo passivo e comparado a uma série de filtros passa-faixa, para uma nova perspectiva na qual a audição não pode ser explicada unicamente por processos passivos.

No decorrer da dissertação desenvolvemos uma hipótese experimental na qual o grau de familiaridade foi relacionado ao nível de expectativa que o indivíduo tem em relação a eventos sonoros futuros: sons considerados mais familiares são mais esperados. Ou seja, a familiaridade aumenta a expectativa de escuta. Desta forma, a pesquisa indagou se há um contato prévio com estímulos da mesma categoria de som, quanto maior a quantidade de exposições ao estímulo, mais eficiente será a resposta ao estímulo, e quanto menor for o tempo entre o último contato e o contato atual, maior será a Familiaridade do indivíduo com esse estímulo.

Este panorama teórico levou-nos a realização de dois experimentos nos quais testamos nossas hipóteses. Após a realização de todas as etapas dos experimentos chegamos a algumas conclusões sobre as questões que foram suscitadas no seu decorrer.

Conclusão Geral

As análises realizadas e o tratamento dos dados obtidos nos dois experimentos ofereceram indícios para confirmar a hipótese de que a Expectativa, de modo

correlato com a Familiaridade, influencia a percepção de sons ambientais com espectro sonoro complexo, de maneira a aumentar sua acuidade diminuindo o tempo total de resposta e os níveis de variação de *loudness*. Observamos, principalmente na análise das curvas de *loudness* e dos subconjuntos de indivíduos com alto grau de familiaridade para o mesmo estímulo sonoro, que há homogeneidade nas suas tendências de resposta ao estímulo e no tempo total de resposta.

Conclusões Parciais:

- 1) Essa pesquisa apresenta contribuição importante à Teoria de David Huron sobre Antecipação e Expectativa. A ênfase de Huron recai basicamente na análise da informação musical simbólica, todavia na pesquisa aqui reportada há um novo desdobramento na direção da percepção de sons ambientais e da sua relação com os mecanismos cognitivos de antecipação e expectativa.
- 2) Acreditamos que o fato de as diferenças da percepção com maior familiaridade e a percepção com menor familiaridade no Experimento Piloto, podem ser atribuídas à robustez do aparelho auditivo, uma vez que esse deve funcionar de maneira similar para sons familiares ou não familiares. Tal capacidade possibilita agir com prontidão, pois lapsos em pequenos intervalos de tempo podem produzir grandes diferenças para a sobrevivência do indivíduo.
- 3) Deparamo-nos ainda com a necessidade de uma definição mais ampla para Familiaridade e qual o seu significado para cada indivíduo. Nos nossos experimentos, observamos que os sujeitos identificaram o que lhes era familiar com mais homogeneidade, mas a designação do não-familiar apresentou grande desvio padrão. Um melhor estudo sobre essa problemática pode ser alvo de desenvolvido nas próximas pesquisas.
- 4) A utilização de sons reversos, com o intuito de dificultar o reconhecimento por parte dos sujeitos, apresentou questões controversas. A nossa hipótese inicial foi que, por alterarmos o comportamento temporal do espectro sonoro e do

envelope de intensidade, os sons deveriam tornarem-se menos reconhecíveis. Isso ocorreu em diversos casos, mas houve relatos de sujeitos a respeito disso os quais indicaram que alguns estímulos tiveram suas fontes reconhecidas. Um possível motivo é que com a grande difusão de sons eletrônicos e eletroacústicos no dia-a-dia das pessoas, elas tornaram-se mais familiares com este tipo de estímulo. Mas ainda fica a dúvida de como isso poderia ser processado do ponto de vista perceptivo, o que poderia ser uma questão a ser abordada na sequência dessa pesquisa.

- 5) O estudo teórico e experimental da presente pesquisa pode ser aprimorado e desenvolvido ainda mais, o que acrescentará mais significância e precisão às respostas que obtivemos e possibilitará um teste mais amplo das hipóteses experimentais. Todavia reiteramos que a realização dessa pesquisa tem importância no desenvolvimento de metodologia científica sobre percepção e cognição sonora a qual é ainda escassa nos programas de pós-graduação em música no Brasil.

Referências

- [1] Meyer, L.B. *"Emotion and meaning in music"*. Chicago: Chicago University Press, 1956.
- [2] Huron, D. *"Sweet anticipation: music and the psychology of expectation"*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2006.
- [3] Pierce, J. R. *"The Science of Musical Sound"*. W. H. Freeman and Company New York, 1992.
- [4] Plomp, R., Levelt J. M., *"Tonal Consonance and Critical Bandwidth"*. *Journal of the Acoustical Society of America*, 1965.
- [5] Roederer, J. G. *"Introdução à física e psicofísica da Música"*. Edusp, 2002.
- [6] Le Groux, S., Valjamae, A., Manzolli, J., Verschure, P. FMJ. *"Implicit Physiological Interaction for the Generation of Affective Musical Sounds"*. In: Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC), University of Belfast UK, 2008.
- [7] Russel, J. A. *"A circumplex model of affect"*. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 345-356, 1980.
- [8] Oliveira, L. F.; Manzolli, J. . *"Significado musical e inferências lógicas a partir da perspectiva do pragmatismo peirceano"*. *Revista de Cognição e Artes Musicais*, v. 3, p. 30, 2008.
- [9] Oliveira, L. F.; Manzolli, J. . *"Uma visão paradigmática da História do Significado Musical e seus recentes desdobramentos"*. In: XVII Encontro Nacional da ANPPOM, 2007, São Paulo. *Anais do XVII Encontro Nacional da ANPPOM*, 2007.
- [10] Oliveira, L. F.; Manzolli, J. . *"Antecipação, abdução e a construção do significado musical"*. In: Simpósio Internacional de Cognição e Artes Musicas, 2008a, São Paulo. *Anais do IV Simpósio Internacional de Cognição e Artes Musicais*, v. 1. São Paulo : Editora da USP, 2008.

- [11] Oliveira, L. F., Haselager, W. F.G., Manzolli, J., Gonzalez, M. E. Q. . *“Musical Meaning and logical Inference from the perspective of Peircean Pragmatism”*. In: Fourth Conference on Interdisciplinary Musicology (CIM08), 2008b, Tesselônica. Proceedings of the forth Conference on Interdisciplinary Musicology, v. 1, 2008.
- [12] Schafer, R. M., *“A Afinação do Mundo”*. São Paulo: Editora Unesp, 2001.
- [13] Truax, B. *“Soundscape Composition as Global Music: Electroacoustic Music as Soundscape”*. In *Organized Sound*, 13(2), 103-109, 2008.
- [14] Schafer, R.M. *“Voices of Tyranny, Temples of Silence”*. Indian River, Ontario: Arcana Editions, 1993.
- [15] Koffka, K. *“Principles of Gestalt psychology”*. New York: Harcourt, Brace, & World, 1935.
- [16] Farnell, A. J. *“Designing Sound”*. Applied Scientific Press, London, England, 2006, 2008.
- [17] Mason, Robert L., Gunst, Richard F., Hess, James L. *“Statistical Design and Analysis of Experiments - With Applications to Engineering and Science”*. John Wiley & Sons, 2003.
- [18] Wrightson, K. *“An Introduction to Acoustic Ecology”*. *Soundscape - The Journal of Acoustic Ecology*, 2000.
- [19] Schnupp, J., Nelken, I., King, A. *“Auditory Neuroscience: Making Sense of Sound”*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2011.
- [20] Fornari, J. *“Percepção, Cognição e Afeto Musical”*. Em *Criação Musical e Tecnologias: Teoria e Prática Interdisciplinar*. ANPPOM, ISBN:978-85-63046-01-7. http://www.anppom.com.br/editora/Pesquisa_em_Musica-02.pdf, 2010.
- [21] Bispo, R., Maroco, J. *“Estatística Aplicada às Ciências Sociais e Humanas”*. 2ª Edição. Climepsi Editores PC, 2005. ISBN: 9789727961986.
- [22] De Coensel, B., Botteldooren, D. *“Modeling auditory attention focusing in multisource environments”*. *Acoustics 08 Conference Press*. Paris, 2008.

- [23] Botteldooren, D., De Coensel, B. "*Informational masking and attention focusing on environmental sound*", in Rotterdam, The Netherlands, 2009.
- [24] Jeon et al. "*Perceptual assessment of quality of urban soundscapes with combined noise sources and water sounds*". J. Acoustical Society of America. 127 (3), March 2010.
- [25] Knudsen, E. I. "*Fundamental components of attention*", *Annual Reviews Neuroscience* 30, 57-78, 2007.
- [26] Fastl, H., Zwicker, E., "*Psychoacoustics: Facts and Models*", Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1990.
- [27] Gelfand, S. A., "*Hearing: an introduction to psychological and physiological acoustics*", New York: Marcel Dekker, 2004.
- [28] Parncutt, R., "*Harmony: A Psychoacoustical Approach*", United States of America: Springer-Verlag, 1989.
- [29] Neuhoff, J. G., "*Ecological Psychoacoustics*", Oxford: Elsevier Inc., 2004.
- [30] Moore, B. C. J., et Al., "*Hearing*", California: Academic Press, Inc., 1995.
- [31] Plomp, R., "*The Intelligent Ear: On the Nature of Sound Perception*", Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 2002.
- [32] Bregman, A. S., "*Auditory Scene Analysis: The Perceptual Organization of Sound*", Massachusetts: The MIT Press, 1990.
- [33] Fletcher, H., "*Auditory patterns*" *Reviews of Modern Physics* 12, 47-65, 1940.
- [34] Moore, B. C. & Glasberg, B. R., "*Suggested formulae for calculating auditory-filter bandwidths and excitation patterns*", *Journal of the Acoustical Society of America* 74, 750-753, 1983b.
- [35] Stevens, S. S. & Guirao, M., "*Loudness functions under inhibition*", *Perception and Psychophysics* 2, 459-465, 1967.
- [36] Zwicker, E., "*Über die Lautheit von ungedrosselten und degrosselten Schallen*", *Acustica* 13, 194-211, 1963.
- [37] Plomp, R. & Mimpen, A. M., "*The ear as a frequency analyzer*", *Journal of the Acoustical Society of America* 36, 1628-1636, 1964.

- [38] Moore, B. C. J. & Ogushi, K., "Audibility of partials in inharmonic complex tones", *Journal of the Acoustical Society of America* 93, 452-461, 1993.
- [39] Moore, B. C. J. & Glasberg, B. R., "The role of frequency selectivity in the perception of *loudness*, pitch and timbre", In B. C. J. Moore (Ed.), *Frequency Selectivity in Hearing*, 251-308. London: Academic Press, 1986.
- [40] Zwicker, E., "Über psychologische und methodische Grundlagen der Lautheit", *Acustica* 8, 237-258, 1958.
- [41] Zwicker, E. & Scharf, B., "A model of *loudness* summation", *Psychological Review* 72, 3-26, 1965.
- [42] Yonelinas, A. P., "The nature of Recollection and Familiarity: A review of 30 years of research", *Journal of Memory and Language* 46, 441–517 2002.
- [43] Zhang, J. & Ghorbani, A. A., "Familiarity and Trust: Measuring Familiarity with a Web Site", *Proceedings of the 2nd Annual Conference on Privacy, Trust and Security (PST)*, 2004.
- [44] Stevens, S. S., "On the Psychophysical law", *Psychological Review* 64, 153-181, May 1957.
- [45] Likert, R., "A Technique for the Measurement of Attitudes", *Archives of Psychology* 140, 1–55, 1932.
- [46] Dufour, F., "Acoustic Shadows", *Sound Effects* 1, 82-97, 2011.
- [47] Technical Committee ISO/TC 43, "Acoustics - Normal equal-loudness-level contours", *ISO 226:2003*, 2nd Edition, 2003.
- [48] Fletcher, H. & Munson, W. A., "Loudness, Its Definition, Measurement and Calculation", *Journal of the Acoustical Society of America* V, 1933.
- [49] Thompson, W. F., "Review of David Huron's *Sweet Anticipation*", *Empirical Musicology Review* 2, Vol. 2, 2007.
- [50] Mollison, M. V., & Curran, T., "Familiarity in Source Memory", *Neuropsychologia* 50, 2546–2565, 2012.
- [51] Mitchell, O. M., & Ross, C. A., and G. H. Yates. "Signal processing for a cocktail party effect". *Journal of the Acoustic Society of America*, 50(2):656-660, 1971.

- [52] Moore, B. C. J., "An Introduction to the Psychology of Hearing". Academic Press, 3d edition, 1989.
- [53] Handel, S. "Listening: An Introduction to the Perception of Auditory Events". MIT Press, 1989.
- [54] Shamma S., "Speech Processing in the Auditory System: II. Lateral inhibition and the central processing of speech evoked activity in the auditory nerve", *Journal of the Acoustic Society of America* 78, 1622-1632, 1984.
- [55] Weintraub, M., "A computational model for separating two simultaneous talkers", *Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, p. 81-84. IEEE, 1986.
- [56] Liang, H. & Malik, N., "Reducing cocktail party noise by adaptive array filtering". *Proceedings of the International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing*, p. 185-188. IEEE, 1987.
- [57] Shamma, S., "On the role of space and time in auditory processing", *TRENDS in Cognitive Sciences*, Vol. 5:8, p. 340-348, 2001.
- [58] Oppenheim, A. V., & Schaffer, R. W., "Discrete-Time Signal Processing", Prentice-Hall, 1999.
- [59] Stevens, S. S., "A scale for the measurement of the psychological magnitude: loudness", *Psychological Review*. 43, Nr. 5, APA Journals, pp. 405-416, 1936.

Anexos

Anexo 1: Questionário do Estudo Piloto;

Anexo 2¹¹: Amostras Sonoras do Estudo Piloto;

Anexo 3¹¹: Tabelas obtidas no Estudo Piloto;

Anexo 4¹¹: Amostras Sonoras do Estudo Final;

Anexo 5¹¹: Tabelas obtidas no Estudo Final;

Anexo 6¹¹: Curvas de *Loudness* obtidas no Estudo Final.

Anexo 7¹¹: *Patches* dos Estudos (Pd).

¹¹ Anexos apresentados no CD.

QUESTIONÁRIO TESTE PILOTO

1	Nome					
2	Idade	Sexo Masculino <input type="checkbox"/> Feminino <input type="checkbox"/>				
3	Você está disposto a participar de um experimento psicoacústico de 10 min?	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		
4	Qual é o seu nível de escolaridade?	Fundamental <input type="checkbox"/>	Médio <input type="checkbox"/>	Graduação <input type="checkbox"/>	Mestrado <input type="checkbox"/>	Doutorado <input type="checkbox"/>
5	Você tem algum problema auditivo?	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		
6	Caso a resposta seja afirmativa, qual é o problema apresentado?	Qual:				
7	Você sabe tocar algum instrumento musical?	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		
8	Caso a resposta seja afirmativa, quanto tempo de estudo musical você tem?	Qual:				
9	Com que frequência você escuta música?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
10	Nomeie três estilos de musica preferidos.	Quais:				
11	Com que frequência você frequenta shows de alta amplificação e com grande número de pessoas (mais de 1000)?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
12	Com que frequência você escuta musica erudita (música clássica)?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
13	Você sabe o que é música eletroacústica?	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		
14	Com que frequência você escuta esse estilo de música?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
15	Com que frequência você usa o computador?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
16	Com que frequência você usa software/sites de comunicação interpessoal (Ex.: Skype, Msn, Google Messenger, Facebook, etc.)?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
17	Com que frequência você joga vídeo game e/ou jogos em computador?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
18	Com que frequência você assiste à televisão?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
19	Com que frequência você assiste esportes na TV?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
20	Com que frequência você vai ao cinema?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
21	Com que frequência você assiste filmes de ficção científica e/ou aventura espacial?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
22	Com que frequência você vai a ambientes naturais (parques, fazendas, chácaras, sítios)?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
23	Com que frequência você escuta sons de animais?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
24	Com que frequência você escuta sons de pássaros?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
25	Com que frequência você escuta sons de mamíferos, fora cachorros e gatos?	Nunca ou raramente <input type="checkbox"/>	Com pouca frequência <input type="checkbox"/>	Com regular frequência <input type="checkbox"/>	Muito frequentemente <input type="checkbox"/>	Sempre ou quase sempre <input type="checkbox"/>
26	Você já ouviu o termo “paisagem sonora”?	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		
27	Você já ouviu o termo “mascaramento” de uma fonte sonora?	Sim <input type="checkbox"/>		Não <input type="checkbox"/>		