



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MODELOS DE DECISÃO E SAÚDE

**PROPOSTA DE UM SIMULADOR DE TREINAMENTO PARA A AVALIAÇÃO
PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ**

MAXSUEL ALVES AVELINO DE PAIVA

JOÃO PESSOA – PB

2022

MAXSUEL ALVES AVELINO DE PAIVA

**PROPOSTA DE UM SIMULADOR DE TREINAMENTO PARA A AVALIAÇÃO
PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Modelos de Decisão e Saúde – Nível
Mestrado, do Centro de Ciências
Exatas e da Natureza da
Universidade Federal da Paraíba.

Linha de Pesquisa: Modelos em
Saúde.

Orientadores:

Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes
Prof.^a Dra. Liliane dos Santos
Machado

JOÃO PESSOA – PB

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

P149p Paiva, Maxsuel Alves Avelino de.

Proposta de um simulador de treinamento para a
avaliação perceptivo-auditiva da voz / Maxsuel Alves
Avelino de Paiva. - João Pessoa, 2022.

94 f. : il.

Orientação: Leonardo Wanderley Lopes, Liliane dos
Santos Machado.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCEN.

1. Voz. 2. Percepção auditiva. 3. Simulação. 4.
Treinamento. I. Lopes, Leonardo Wanderley. II. Machado,
Liliane dos Santos. III. Título.

UFPB/BC

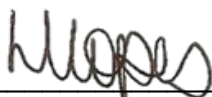
CDU 612.78(043)

MAXSUEL ALVES AVELINO DE PAIVA

**PROPOSTA DE UM SIMULADOR DE TREINAMENTO PARA A AVALIAÇÃO
PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ**

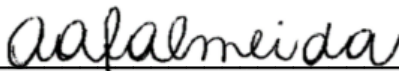
João Pessoa, 30 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Leonardo Wanderley Lopes
Orientador (UFPB)

Profa. Dra. Liliane dos Santos Machado
Orientadora (UFPB)



Profa. Dra. Anna Alice Figueirêdo de Almeida
Membro Interna (UFPB)

Prof. Dr. Ronei Marcos de Moraes
Membro Interno (UFPB)

Profa. Dra. Ana Cristina Cortês Gama
Membro Externo (UFMG)

*“Não se espante com a altura do voo.
Quanto mais alto, mais longe do
perigo. Quanto mais você se eleva,
mais tempo há de reconhecer uma
pane. É quando se está próximo do
solo que se deve desconfiar.”*

Alberto Santos Dumont

Com todo amor e saudade, dedico
esta dissertação à Dona Zélia (*in
memoriam*).
A melhor avó do mundo.

AGRADECIMENTOS

À minha família por todo o apoio e incentivo. Apesar dos momentos difíceis que passamos nos últimos anos, nunca me deixaram desanimar ou desistir. Amo vocês, Edvalda, Marcelo e Marcel.

Em especial, à minha saudosa vó, Dona Zélia. Apesar de não entender a minha caminhada acadêmica, sempre ficou feliz e emocionada com as minhas conquistas. Lamento não a ter aqui para comemoramos mais esta conquista.

Aos queridos Alex, Karina e Marisa por todo apoio. Alex, obrigado por fazer parte da minha vida e sempre se fazer presente. Karina, obrigado pelos conselhos e cumplicidade. Marisa, sua amizade foi o melhor presente que recebi do PPgMDS.

À Allan o qual dividimos as alegrias e aflições da vida acadêmica desde a graduação, mestrado e continuamos contando. Conte sempre comigo.

Aos amigos do Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde. As disciplinas ficaram mais fáceis com a ajuda de vocês, Jaylane, Karol e Bianca.

Ao meu orientador de milhões, Prof. Leonardo, que me acompanha desde o primeiro período da graduação em Fonoaudiologia. Obrigado pelo direcionamento e por ser exemplo de pessoa, professor, pesquisador e Fonoaudiólogo. Sou grato por contar com você na minha formação.

À minha orientadora, Profa. Liliane, por ter aceitado embarcar na aventura que foi a realização deste projeto e pelas riquíssimas contribuições. Obrigado por tudo!

Aos membros da minha banca, Profa. Anna Alice, Profa. Ana Cristina Gama e o Prof. Ronei Moraes. Que privilégio contar com a contribuição de grandes pesquisadores como vocês.

À CAPES, pelo financiamento.

RESUMO

A avaliação perceptivo-auditiva (APA) é o principal procedimento de avaliação vocal utilizado pelo fonoaudiólogo capaz de avaliar se há presença, o grau e o predomínio do desvio da qualidade vocal (QV). Por ser baseada na percepção do clínico, a APA é considerada uma análise subjetiva de confiabilidade variável, pois pode ser influenciada por diversos fatores, entre eles o treinamento. Com o avanço tecnológico as estratégias tradicionais de ensino vêm sendo gradativamente complementadas por abordagens de ensino interativas. Neste contexto, o uso de recursos que ajudem no processo de aprendizagem dos alunos, como simuladores de treinamento (ST), possibilitam experiências controladas de diversas situações no âmbito profissional (comuns e atípicas). O objetivo deste estudo é propor um ST para a APA para estudantes e profissionais da Fonoaudiologia. Para alcançar o objetivo proposto, o estudo foi dividido em 3 etapas. Na primeira etapa, um questionário foi elaborado e aplicado, de forma remota, com docentes que lecionam ou já lecionaram disciplinas que envolvam a realização do treinamento perceptivo-auditivo (TPA). Na segunda etapa, baseado na etapa anterior e na literatura da área, foram definidos a estrutura do TPA, as métricas e o modelo de decisão para a avaliação do usuário. Por último, foi realizado o desenvolvimento do ST e o teste de simulação. O ST desenvolvido, denominado Ouvindo Vozes, é formado por 4 etapas de treinamento com nível de dificuldade crescente. Essas etapas possuem objetivos específicos e são subdivididas em fases. O Ouvindo Vozes conta com um modelo de decisão formado por um sistema baseado em regras, que compara a avaliação realizada pelo usuário com a avaliação dos especialistas. Os usuários são avaliados de acordo com o índice de desempenho (acurácia, sensibilidade, especificidade e concordância interna) correspondente ao seu nível de experiência. Quanto mais experiente em APA maior o índice de desempenho a ser atingido. Durante o percurso do seu treinamento o usuário poderá ter o seu índice de desempenho decrementado de acordo com o seu desempenho e as regras implementadas no modelo de decisão. Apesar das variações nos diversos tipos de TPA, foi possível estabelecer uma estrutura e métricas para o TPA do Ouvindo Vozes. Após as simulações de perfis, foi constatado que o modelo de

decisão foi capaz de verificar e direcionar o progresso do usuário O Ouvindo Vozes é uma proposta inovadora para a área da Fonoaudiologia, principalmente para a área da Voz, e pode ser considerado como uma nova abordagem pedagógica no auxílio de professores, estudantes e profissionais da Fonoaudiologia na realização do TPA.

Descritores: Voz; Percepção auditiva; Treinamento; Simulação

ABSTRACT

The auditory-perceptual assessment (APA) is the main vocal assessment procedure used by the speech-language pathologist capable of assessing whether there is presence, degree and predominance of voice quality deviation (QoL). As it is based on the clinician's perception, APA is considered a subjective analysis of variable reliability, as it can be influenced by several factors, including training. With technological advances, traditional teaching strategies are gradually being complemented by interactive teaching approaches. In this context, the use of resources that help in the students' learning process, such as training simulators (TS), allow controlled experiences of different situations in the professional scope (common and atypical). The aim of this study is to propose a ST for the APA. To achieve the proposed objective, the study was divided into 3 stages. In the first stage, a questionnaire was developed and applied remotely with professors who teach or have already taught subjects that involve performing auditory-perceptive training (APT). In the second stage, based on the previous stage and on the literature in the area, the APT structure, the metrics and the decision model for user evaluation were defined. Finally, the development of the ST and the simulation of profiles were carried out. The developed ST, Listening to Voices, is formed by 4 training stages with increasing difficulty level. These stages have specific objectives and are subdivided into phases. Ouvindo Vozes has a decision model formed by a system based on rules, which compares the evaluation performed by the user with the evaluation of the experts. Users are evaluated according to the performance index (accuracy, sensitivity, specificity and internal agreement) corresponding to their level of experience. The more experienced the higher the performance index to be achieved. During the course of their training, the user may have their performance index decremented according to their performance and the rules implemented in the decision model. Despite the variations in the different types of APT, it was possible to establish a structure and metrics for the APT of Ouvindo Vozes. After the profile simulations, it was found that the decision model was able to verify and direct the user's progress. pedagogical approach in helping teachers and students to carry out the APT.

Keywords: Voice; Auditory perception; Training; Simulation

LISTA DE QUADROS E FIGURAS

Quadro 1 – Literatura sobre variáveis relacionadas ao TPA	25
Quadro 2 – Simuladores de Treinamento com uso de sistemas baseados em regras	33
Quadro 3 – Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 1 (Perfil Profissional)	36
Quadro 4 – Classificação para os valores do Coeficiente Kappa (LANDIS et al., 1977), acurácia, sensibilidade e especificidade (HOSMER E LEMESHOW, 2000)	40
Quadro 5 – Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 2 (Condições para o TPA)	44
Quadro 6 – Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 2 (Estrutura do TPA)	46
Quadro 7 – Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 2 (Avaliação do efeito do TPA)	48
Quadro 8: Definição de variáveis	55
 Figura 1 – Funcionamento do Simulador Treinamento e o Sistema de Avaliação	30
Figura 2 – Relação entre Etapa, Fase e Momento	50
Figura 3 – Composição das etapas e nível de dificuldade	51
Figura 4 – Gráfico do Estado de Fluxo, segundo Dörner et al., (2016)	51
Figura 5 – Tipos de vozes e nível de dificuldade das fases	53
Figura 6 – Ilustração da composição dos momentos de cada fase.....	54
Figura 7 – Níveis de experiência e índices para avaliação de desempenho	55
Figura 8 – Regra para o momento “treinamento”	57
Figura 9 – Regra para avaliação do desempenho do usuário e desbloqueio de fases	58
Figura 10 – Fluxograma do ST para TPA	60
Figura 11 – Tela inicial	59
Figura 12 – Tela de login	59
Figura 13a – Tela de Cadastro	62
Figura 13b – Tela de Cadastro	62

Figura 14 – Tela de Ajuste de áudio	63
Figura 15 – Tela aprendizagem de conceitos (Fase 1)	64
Figura 16 – Tela avaliação inicial (Fase 1)	65
Figura 17 – Vozes utilizadas para a avaliação do usuário (Etapa 1)	65
Figura 18 – (a) Tela treinamento (Fase 1); (b) Mensagem de aviso de repetição para prosseguir para a próxima avaliação.....	66
Figura 19 – (a) Tela treinamento (Fase 1); (b) Opção de ajuda.....	67
Figura 20 – Tela relatório de desempenho (Fase 1) – Sistema Ouvindo Vozes	68
Figura 21 – Telas aprendizagem de conceitos (Etapa2/Fase 3) – Sistema Ouvindo Vozes	69
Figura 22 – Telas avaliação inicial, treinamento, avaliação do efeito do treinamento e relatório de desempenho (Etapa 2/Fase 3) – Sistema Ouvindo Vozes	69
Figura 23 – Vozes utilizadas para a avaliação do usuário pré e pós-treinamento (Etapa 2)	70
Figura 24 – Vozes utilizadas para o treinamento do usuário (Etapa 2)	70
Figura 25 – Telas aprendizagem de conceitos (Etapa3/Fase 5) – Sistema Ouvindo Vozes	71
Figura 26 – Telas avaliação inicial, treinamento, avaliação do efeito do treinamento e relatório de desempenho (Etapa 3/Fase 5) – Sistema Ouvindo Vozes	71
Figura 27 – Vozes utilizadas para a avaliação do usuário pré e pós-treinamento (Etapa 3)	72
Figura 28 – Telas aprendizagem de conceitos (Etapa4/Fase 21) – Sistema Ouvindo Vozes	73
Figura 29 – Telas avaliação inicial, treinamento, avaliação do efeito do treinamento e relatório de desempenho (Etapa 4/Fase 21) – Sistema Ouvindo Vozes	74
Figura 30 – Fluxograma – Simulação perfil iniciante	75
Figura 31 – Fluxograma – Simulação perfil intermediário	76
Figura 32 – Fluxograma – Simulação perfil avançado	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	–	Avaliação Perceptivo-Auditiva
TPA	–	Treinamento Perceptivo-Auditivo
ST	–	Simulador de Treinamento
GRBAS	–	Escala numérica para avaliação da voz
G	–	<i>Grade</i>
R	–	<i>Roughness</i>
B	–	<i>Breathness</i>
A	–	<i>Astheny</i>
S	–	<i>Strain</i>
I	–	<i>Instability</i>
CAPE-V	–	Protocolo de avaliação vocal
ASHA	–	<i>American Speech-Language and Hearing Association</i>
EAV	–	Escala Analógica-Visual
SBR	–	Sistema Baseado em Regras
TCLE	–	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CoDAS	–	<i>Communication Disorders, Audiology and Swallowing</i>
API	–	<i>Application Programming Interface</i>
LIEV	–	Laboratório Integrado de Estudo das Voz
UFPB	–	Universidade Federal da Paraíba
NPS	–	Nível de Pressão Sonora
EDV	–	Escala de Desvio Vocal

SUMÁRIO

Resumo

1 Introdução	15
1.1 Motivação e Relevância	19
1.2 Objetivos	20
1.3 Contribuições Esperadas	21
1.4 Estrutura do Trabalho	21
2 Fundamentação Teórica	22
2.1 Avaliação e Treinamento Perceptivo-auditivo	22
2.2 Simuladores em Saúde	27
2.3 Modelo de Decisão e Aplicações em Saúde	29
3 Metodologia	36
3.1 Pesquisa, com docentes, sobre o treinamento perceptivo-auditivo	36
3.2 Definição da estrutura do treinamento, métricas e modelo de decisão para a avaliação do usuário	39
3.1 Implementação do ST e teste de simulação de perfis	42
4 Resultados	45
5 Discussão	78
6 Conclusão	85
7 Publicações Relacionadas	86
 Referências	 87
Apêndice 1	94
Apêndice 2	96

1 INTRODUÇÃO

A avaliação vocal é considerada multidimensional por envolver diversas medidas como a acústica, as medidas aerodinâmicas, o exame visual laríngeo, a autoavaliação, por meio de protocolos validados, e a avaliação perceptivo-auditiva da voz (APA) (DEJONCKERE, 2001; ROY, 2013; VAN STAN; MEHTA; HILLMAN, 2017; PATEL *et al.*, 2018). A acústica fornece informações quantitativas e qualitativas extraídas a partir de um sinal vocal; a aerodinâmica fornece dados sobre o controle do fluxo aéreo para a fonação; o exame visual laríngeo analisa as estruturas e a funcionalidades da laringe; a autoavaliação traz informações sobre o impacto do problema de voz na qualidade de vida, a desvantagem experimentada pelo indivíduo e a frequência/severidade dos sintomas apresentados; e a APA que é capaz de identificar a presença, tipo e intensidade do desvio, além de caracterizar outros parâmetros como o *pitch*, a *loudness*, a ressonância e a articulação (DEJONCKERE, 2001; ROY, 2013).

A APA é o principal procedimento de avaliação vocal utilizado pelo fonoaudiólogo, o que é justificado pelo seu baixo custo, tempo reduzido para execução, conforto para o paciente e poucos pré-requisitos de conhecimento técnico e habilidades. Além de sua ampla utilização clínica, a APA é bastante utilizada nas pesquisas da área de voz (EADIE; BAYLOR, 2006; OATES, 2009; ROY, 2013; VAN STAN; MEHTA; HILLMAN, 2017; PATEL *et al.*, 2018).

Por ser baseada na percepção do clínico, a APA é considerada subjetiva, pois pode ser influenciada pelo treinamento prévio, pela experiência do juiz e suas habilidades de percepção, preferências pessoais, pela tarefa de fala, entre outros (OATES, 2009). Mesmo com toda sua subjetividade, a APA é tradicional na clínica fonoaudiológica, sendo considerada padrão-ouro para avaliação da qualidade vocal por ser a melhor forma de identificar a presença de desvios vocais (KREIMAN, 2007; EADIE; BAYLOR, 2006).

A subjetividade da APA não é razão suficiente para se rejeitar sua utilização, pois, sendo a voz um fenômeno fundamentalmente perceptivo em resposta a um estímulo acústico, torna-se lógico que a APA seja a melhor candidata para a avaliação desse fenômeno (OATES, 2009; SHRIVASTAV, 2005).

Um dos principais fatores que afetam a confiabilidade da APA é o fato de ser baseada na experiência do juiz e, conseqüentemente, nas suas habilidades de percepção auditiva, preferências pessoais, pela tarefa de fala, pelo treinamento prévio, entre outros (OATES, 2009; EADIE *et al.*, 2010). A consciência dessas ameaças à sua validade e confiabilidade é um importante passo para a construção de modelos de treinamento perceptivo-auditivo (TPA) mais eficientes que contribuam para o uso da APA de forma mais assertiva e refinada no contexto clínico e na formação de novos fonoaudiólogos (KENT, 1996; CHARTRAND; BELIN, 2006).

Existem diversas estratégias usadas durante o TPA que possuem o objetivo de diminuir a subjetividade deste procedimento, como: a utilização de estímulos âncoras – escuta de vozes de referência antes do iniciar a APA; *feedback* imediato – informar ao juiz que está sendo treinado se sua avaliação corresponde a do juiz de referência ou não; e uso de escalas padronizadas – escalas que possibilitam o registro e a comparação das avaliações (CARDING *et al.*, 2009; ZRAICK *et al.*, 2011). Apesar destas estratégias serem utilizadas durante o TPA na formação de fonoaudiólogos, existem outros pontos negativos associados a este tipo de treinamento, como: o tempo necessário para a análise manual do efeito do treinamento (sendo difícil a análise imediata do efeito do treinamento); disponibilidade dos juízes para encontros presenciais; e despesas com materiais (papel, caneta, caixa de som, entre outros).

O TPA consegue potencializar as habilidades iniciais de juízes na APA da voz, refinando-as para realização deste procedimento (SILVA; SIMÕES-ZENARI; NEMR, 2012). O treino melhora o desempenho dos juízes porque desenvolve mudanças no sistema perceptivo que melhoram sua capacidade de responder aos estímulos treinados (GOLDSTONE, 1998). Essas mudanças criam uma memória auditiva que é acessada durante futuras avaliações e permitem a discriminação e reconhecimento de padrões julgados normais e alterados (SILVA; SIMÕES-ZENARI; NEMR, 2012).

A teoria da aprendizagem perceptual envolve quatro mecanismos cerebrais, sendo eles: 1) Ponderação atencional – quando o sistema perceptivo aumenta a atenção para as dimensões e características perceptuais mais relevantes e/ou a diminuição da atenção para dimensões irrelevantes; 2) Impressão – detectores são desenvolvidos de forma especializada no sistema

perceptivo para processar o estímulo inteiro ou suas partes. A repetição aumenta a velocidade, precisão e fluência com que os estímulos são processados; 3) Diferenciação – Os estímulos que já foram psicologicamente impressos tornam-se separados. Uma vez separados, discriminações podem ser feitas entre percepções que eram originalmente indistinguíveis; 4) Unitização – por esse mecanismo, um estímulo que originalmente exigia a detecção de vários detectores passa a ser realizado por meio da detecção de unidades funcionais compostas por um conjunto de detectores (GOLDSTONE, 1998).

Na APA, o mecanismo de ponderação atencional refere-se ao aumento da atenção para as características auditivas do parâmetro avaliado e a diminuição da atenção para as características auditivas que são irrelevantes para a avaliação deste parâmetro. A impressão ocorre quando o córtex auditivo desenvolve detectores especializados para interpretação das características auditivas avaliadas. A diferenciação acontece quando os detectores já desenvolvidos se separam e refinam ainda mais as percepções auditivas avaliadas. Por último, o processo de unitização desenvolve unidades funcionais a partir dos detectores especializados, que são responsáveis por acelerar a interpretação das características auditivas avaliadas.

Considerando que o TPA exerce influência na confiabilidade e desempenho da APA e nas decisões clínicas (OATES, 2009; EADIE et al., 2010), faz-se necessário a determinação de um modelo de treinamento para a formação de juízes capaz de analisar e medir o aperfeiçoamento de suas habilidades ainda durante as fases iniciais do treinamento para que este seja intensificado garantindo melhor aproveitamento.

Um estudo observou que a repetição de estímulos âncoras melhora a confiabilidade intra e interavaliador e que a complexidade dos estímulos e tipo de desvio vocal interferem na acurácia dos juízes (BISPO; YAMASAKI; PADOVANI; BEHLAU, 2022). Bassich e Ludlow (1986) apontam que ouvintes inexperientes necessitam de 8 horas de treinamento para atingir 80% de confiabilidade interavaliadores. No estudo de Eadie e Baylor (2006), utilizando feedback e estímulos âncoras, houve aumento da confiabilidade intra e interavaliadores após 2 horas de treinamento. Contudo, ainda existem inconsistências quanto a duração do treinamento, a natureza das vozes utilizadas e uso de âncoras utilizados no TPA. Por isso, o monitoramento dos

resultados obtidos é importante para avaliação do efeito do TPA e implementação de novas estratégias que sejam necessárias.

Com o avanço tecnológico, as estratégias tradicionais de ensino vêm sendo gradativamente complementadas por abordagens de ensino interativas. Neste contexto, o uso de recursos que ajudem no processo de aprendizagem dos alunos, como simuladores de treinamento (ST), possibilitam experiências controladas de diversas situações no âmbito profissional, sejam elas comuns ou atípicas (MACHADO, COSTA, MORAES, 2018). Os ST's são aplicações que têm o objetivo de simular atividades realizadas no cotidiano como o treinamento e ensino de habilidades. Essa simulação ocorre por meio de sistemas computacionais que realizam a atividade proposta por meio da interação entre usuário e máquina(VON AHN 2006).

Na saúde, esses recursos são aplicados em diferentes áreas visando o tratamento de pacientes, treinamento médico para procedimentos de intervenções cirúrgicas, simulação de situações de risco e emergência, entre outras aplicações. A utilização de um ST permite que os erros sejam cometidos e corrigidos sem a possibilidade de acarretar prejuízos para os pacientes, além disso esses ambientes podem oferecer a avaliação de desempenho por meio de medidas objetivas imediatas (avaliação *online*) resultantes da interação entre o usuário e o ambiente virtual (MACHADO et al., 2011; MACHADO, COSTA, MORAES, 2018).

A criação de um ST para o TPA pode contribuir para a formação de novos juízes e o aprimoramento de juízes experientes, criando um ambiente prático e atrativo, e facilitando o refinamento de suas habilidades. O TPA de forma simulada pode diminuir as despesas para aplicação do treinamento, permitir a análise do desempenho dos juízes com mais facilidade e a partir de métricas preestabelecidas, além de proporcionar maior flexibilidade de tempo para a sua utilização, tendo em vista que não há necessidade de encontros presenciais para a aplicação do treino.

Sendo assim, considera-se a necessidade de implementação do TPA de forma simulada, incluindo maior controle sob o número de estímulos, tempo e estratégia de treinamento para atingir confiabilidade aceitável para os juízes. O presente estudo tem como objetivo estabelecer um conjunto de métricas e propor

um ST para TPA baseado na experiência de juízes especialistas. Para tanto, considera-se a hipótese de que um ST para TPA pode auxiliar o processo de formação dos juízes por meio da avaliação imediata dos seus resultados e conduzir os juízes durante o TPA de acordo com as suas competências.

1.1 MOTIVAÇÃO E RELEVÂNCIA

A APA é considerada padrão-ouro na clínica vocal porque é o principal procedimento utilizado pelo fonoaudiólogo para identificação de alterações vocais, além de ser amplamente utilizada em pesquisas e na prática clínica dos fonoaudiólogos por exigir pouca instrumentação, ser de fácil realização e ser eficiente. Reconhecer sua subjetividade e conhecer os fatores que interferem na sua confiabilidade é essencial para a construção de um modelo de treinamento que minimize a influência dessas fragilidades (EADIE; BAYLOR, 2006; OATES, 2009; ROY, 2013; VAN STAN; MEHTA; HILLMAN, 2017; PATEL *et al.*, 2018).

Há uma grande variação nos procedimentos de treinamento para a utilização da APA em pesquisas e para o treinamento de juízes neste procedimento. Para começar a descobrir a melhor forma de realizar o treinamento de novos juízes é necessário conhecer os métodos de treinamento já utilizados. Além disso, esses métodos de treinamento devem ser reconhecidos e descritos para permitir a avaliação adequada dos resultados do treinamento, comparação entre treinamentos, e determinar para quais populações os resultados podem ser aplicáveis (WALDEN; KHAYUMOV, 2020).

Para proposição de um ST é necessário conhecer a forma que o treinamento é realizado tradicionalmente e quais são as métricas utilizadas para avaliação do usuário. A partir deste conhecimento é possível estabelecer regras e critérios de avaliação para os usuários do ST. Definir essas métricas e os critérios para avaliação do usuário é um desafio para a proposição de um ST, sobretudo quando envolve procedimentos subjetivos, que não possuem métricas estabelecidas na literatura e/ou sobre os quais não existe consenso entre os pesquisadores da área (WIET *et al.*, 2012), como é o caso da APA.

Acredita-se que um ST para o TPA pode contribuir com a formação dos profissionais para a realização deste procedimento, além de permitir o conhecimento mais detalhado sobre as variáveis envolvidas no TPA, como o

tempo, tipo de estímulo, tipo e grau de desvio vocal, entre outras. A motivação desde estudo parte da necessidade de desenvolver ferramentas que auxiliam o estudo das variáveis envolvidas no TPA e da necessidade de definir métricas de avaliação e estruturação para o TPA.

Este estudo contribui com uma proposta de modelo de TPA realizado por meio de um ST baseado na experiência de juízes especialistas. Além disso, um ST para TPA é capaz de medir o efeito imediato do treinamento sobre o desempenho dos usuários. Este ST pode ainda diminuir as disparidades entre os diferentes modelos de TPA realizados tendo em vista que ele poderá ser disponibilizado para qualquer instituição de ensino que deseje utilizá-lo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Propor um simulador de treinamento para a avaliação perceptivo-auditiva da voz.

1.2.2 Objetivos Específicos

- I. Realizar um levantamento, junto a docentes, sobre o TPA;
- II. Propor requisitos e definir a estruturação para um simulador de treinamento para a avaliação perceptivo-auditiva da voz;
- III. Propor um modelo de decisão para avaliação do usuário do simulador;
- IV. Implementar um sistema de treinamento para a avaliação perceptivo-auditiva da voz baseado na experiência de docentes e no conhecimento disposto na literatura.

1.3 CONTRIBUIÇÕES ESPERADAS

Espera-se que o sistema de treinamento desenvolvido neste estudo contribua para a estruturação e padronização do treinamento da APA, permita a análise do desempenho dos juízes com maior eficiência e flexibilize o tempo de treinamento para que possa ser realizado em outros ambientes além das instituições, tendo em vista que não há necessidade de encontros presenciais para a aplicação do treinamento simulado. Melhorar a forma de realizar o TPA pode refletir na melhora da qualidade do atendimento fonoaudiológico, já que o treinamento potencializa as habilidades do fonoaudiólogo para a identificação das alterações vocais.

Um ST para a APA possui algumas vantagens quando comparado ao treinamento tradicional, como a flexibilidade de tempo para a realização do treinamento, a diminuição das despesas com insumos de papelaria, além de ser um ambiente mais prático, atrativo e controlado para a realização do TPA.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em 6 capítulos. Sendo eles: 1) Introdução (Motivação e Relevância; Objetivos; Contribuições Esperadas); 2) Fundamentação Teórica (Avaliação e Treinamento Perceptivo-Auditivo; Simuladores de Treinamento; Modelo de Decisão e Aplicações em Saúde); 3) Proposta (Proposta da Aplicação; Fases do Projeto); 4) Resultados; 5) Discussão; 6) Conclusão; e 7) Publicações Relacionadas.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A fundamentação teórica deste trabalho será dividida em três tópicos, a saber:

- 1) Avaliação e Treinamento Perceptivo-auditivo
- 2) Simuladores de Treinamento em Saúde
- 3) Modelo de Decisão e Aplicações em Saúde

2.1 AVALIAÇÃO E TREINAMENTO PERCEPTIVO-AUDITIVO

A APA da voz é o principal instrumento de avaliação vocal na prática clínica e permite a análise do resultado de intervenções fonoaudiológicas e médicas (ROY *et al.*, 2013). Este procedimento permite a classificação da qualidade vocal, mensuração da magnitude do desvio e compreensão dos ajustes laríngeos e de trato vocal realizados durante a emissão da voz. Essa avaliação possui baixo custo, não é invasiva, é de fácil implementação e acessível a todos os clínicos que atuam na área (GHIO *et al.*, 2015).

Apesar de amplamente utilizada na clínica e em pesquisas na área de voz, esta avaliação é considerada subjetiva e pode gerar variações nas concordâncias intra e interavaliadores. Algumas variáveis podem afetar a confiabilidade desta avaliação, como os padrões internos do avaliador (tempo de experiência e treinamento auditivo); a tarefa de fala (vogal sustentada, fala espontânea, frases padronizadas, leitura de texto e fala automática); e a escala utilizada (numérica, nominal e escala analógico-visual) (OATES, 2009; YAMASAKI; GAMA, 2019). Conhecer e controlar o efeito dessas variáveis pode melhorar a confiabilidade do JPA com o aumento da concordância intra e interavaliadores (KENT, 1996; CHARTRAND; BELIN, 2006).

Um princípio fundamental da APA baseado na ciência cognitiva é a utilização de padrões internos. Quando o juiz faz a classificação de uma voz ele acessa padrões internos de referência e por similaridade das características vocais avaliadas e de seus padrões internos a classificação é realizada (GHIO *et al.*, 2015). A formação dos padrões internos é gerada pelo treinamento e pelas experiências de avaliação que o juiz adquire ao longo da sua trajetória

acadêmica e profissional. Sendo assim, juízes mais experientes tendem a possuir maior concordância na APA que juízes inexperientes, sendo isto uma interferência positiva. Contudo, existem algumas críticas à falta de definição sobre o que é considerado experiência. Algumas pesquisas consideram a formação profissional como sinônimo de experiência (fonoaudiólogos e professores de canto) (EADIE; BOVEN; STUBBS; GIANNINI, 2010; SOFRANKO; PROSEK, 2012) e outros consideram a experiência sendo uma característica temporal (juízes que possuem dois ou mais anos de treinamento na APA) (SOFRANKO; PROSEK, 2014).

O treinamento dos juízes é formado por protocolos específicos e/ou pela sua prática clínica, que permite o contato com modelos vocais disfônicos e neutros, o que favorece a consolidação de seus padrões internos. São descritas na literatura algumas estratégias que auxiliam o TPA, como a apresentação das definições dos parâmetros perceptivo-auditivos; o uso de estímulos âncoras como referências externas; e programas específicos de treinamento (BRINCA; BATISTA; TAVARES; PINTO; ARAÚJO, 2015). O uso de âncoras auditivas melhora a concordância dos juízes porque substitui os seus padrões internos individuais por uma referência comum a todos os juízes. Além disso, entende-se que usar vozes sintetizadas como âncoras nos momentos iniciais do TPA seja mais eficiente do que vozes naturais. Isto acontece porque, em vozes sintetizadas, os parâmetros vocais podem ser manipulados para a geração de vozes unidimensionais (com apenas um parâmetro alterado) e assim simplificar o julgamento perceptivo-auditivo (CHAN; YIU, 2002; GURLEKIAN; TORRES; VACCARI, 2016).

Existem diferentes protocolos para a realização da APA, desde os mais minimalistas como a GRBAS até os mais complexos como o CAPE-V, sendo estes os mais aceitos e utilizados mundialmente (YAMASAKI; GAMA, 2019). A GRBAS, proposta por Hirano (1981), é uma escala numérica composta por 4 pontos (0, 1, 2 e 3) que representam o grau de alteração dos parâmetros avaliados. Esta escala avalia os parâmetros G (*Grade*) – Grau geral de alteração vocal, R (*Roughness*) – Rugosidade, B (*Breathness*) – Soprosidade, A (*Astheny*) – Astenia e S (*Strain*) – Tensão. Em 1996, Dejonckere e colaboradores, sugeriram a adição do parâmetro I (*Instability*) -Instabilidade. Esta escala pode ser utilizada com qualquer tarefa de fala e sua avaliação é focada na laringe.

O protocolo CAPE-V, proposto pela *American Speech-Language na Hearing Association* (ASHA) (KEMPSTER *et al.*, 2009) avalia os mesmos parâmetros da GRBAS (exceto a Astenia), inclui a avaliação do *pitch* e da *loudness*, além da adição de dois parâmetros, caso necessário. Este protocolo utiliza uma escala analógico-visual (EAV) de 100mm para cada parâmetro avaliado e pontos de corte estabelecidos para os graus leve, moderado e intenso. Neste protocolo as tarefas de fala são específicas como o uso de frases padronizadas, vogais sustentadas e conversa espontânea.

A utilização de protocolos padronizados na APA torna possível a comparação de estudos na área, comparação pré e pós-intervenção e a realização de treinamentos auditivos padronizados. Apesar dos benefícios, a APA não pode ser restrita aos protocolos porque eles limitam a identificação dos ajustes musculares utilizados pelo indivíduo de acordo com a tarefa de fala utilizada. Assim, deve-se utilizar os protocolos padronizados associado a outras tarefas de fala para a melhor compreensão da funcionalidade vocal do paciente (YAMASAKI; GAMA, 2019).

As tarefas de fala usadas na APA, em sua maioria, são de dois tipos: vogais sustentadas ou fala encadeada. A vogal sustentada permite que o juiz tenha informações sobre a fonte glótica, sem a interferência dos ajustes supra glóticos (trato vocal) (BRINCA; BATISTA; TAVARES; PINTO; ARAÚJO, 2015). Já com a fala encadeada, é possível extrair informações sobre os ajustes musculares e os padrões de voz usados em situações comunicativas usualmente. O TPA deve incluir tarefas de fala dos dois tipos, porque é importante que os juízes iniciantes conheçamos aspectos de fonte glótica somados aos ajustes musculares e seus correlatos auditivos, para que sejam internalizados aos seus padrões internos (YAMASAKI; GAMA, 2019).

Segundo Yamasaki e Gama (2019), o uso e referências externas nos treinamentos perceptivo-auditivos parece ser o melhor caminho a ser seguido para a construção de um modelo de treino para alunos e profissionais da Fonoaudiologia. Além disso, vozes sintetizadas podem ser a melhor opção para âncoras auditivas devido ao controle sobre os parâmetros na geração das vozes, e a utilização de tarefas de fala combinando vogais sustentadas e fala encadeada permitem maior compreensão sobre a produção da voz e os ajustes utilizados pelo paciente. Com isso, faz-se necessário o desenvolvimento de

ferramentas para o TPA que utilizem âncoras sintetizadas, combinações de tarefa de fala e que compreendam quais as estratégias mais efetivas para o treinamento de juízes para a APA.

Algumas variáveis importantes para TPA são: tempo de treinamento, tipo de estímulo, parâmetros vocais, tarefa de fala, escalas de avaliação e nível de experiência do juiz (YAMASAKI; GAMA, 2019). Estas variáveis vêm sendo estudadas, e os resultados encontrados podem justificar algumas escolhas na construção de novos modelos de TPA (WIET et al., 2012). O quadro 1 apresenta alguns estudos sobre essas variáveis, aponta seus objetivos e os principais resultados encontrados.

Quadro 1: Literatura sobre variáveis relacionadas ao TPA.

Autor	Objetivo	Variável	Resultados
Bassich e Ludlow (1986)	Determinar a validade e confiabilidade do uso de classificações perceptivas para avaliar a qualidade da voz em pacientes com nódulos ou pólipos nas pregas vocais.	Tempo	Verificou que ouvintes inexperientes necessitaram de 8 horas de treinamento para atingir 80% de confiabilidade interavaliadores.
Eadie e Baylor (2006)	Determinar se ocorrem alterações na confiabilidade intra e interavaliadores para julgamentos de ouvintes inexperientes sobre falantes disfônicos e normais após 2 horas de treinamento do ouvinte.	Tempo	Observou aumento da confiabilidade intra e interavaliadores após 2 horas de treinamento.
Barsties et al., (2015)	Avaliar o efeito do feedback visual na classificação do grau geral, rugosidade e sopro e na confiabilidade do julgamento da qualidade da voz por ouvintes inexperientes	Feedback	O treinamento com feedback visual e auditivo pode influenciar minimamente a confiabilidade no julgamento da qualidade de voz, mas mostrou influência significativa na

			classificação do grau dos parâmetros de GRB.
Alves (2019)	Analisar se existe associação entre a experiência do ouvinte, o tipo de tarefa de fala e a análise perceptivo auditivo da intensidade do desvio vocal e da qualidade vocal predominante.	Tarefa de fala, Nível de experiência, Escala de avaliação	As frases do CAPE-V apresentaram a melhor confiabilidade entre todas as tarefas. A escala analógica visual obteve maior confiabilidade entre os juízes quando comparada a escala numérica. O grupo composto por fonoaudiólogos especialistas foi o que apresentou as melhores taxas de acurácia. A vogal /E/ foi a que apresentou os maiores valores de acurácia em todos os grupos em relação ao juiz de referência.
Santos, Vieira, Sansão e Gama (2019)	Analisar os efeitos do TPA com estímulos âncora de vozes naturais na concordância interavaliadores durante a avaliação da qualidade vocal.	Uso de âncoras	Foi observada melhor concordância com o treinamento auditivo com âncoras quando comparado ao sem uso de âncoras, mas essa melhora não alcançou significância estatística.
Walden e Khayumov (2020)	Documentar o estado atual do treinamento para realizar a análise perceptivo-auditiva conforme relatado na literatura sobre voz.	Tempo, Tipos de estímulos, Tarefa de fala, Nível de experiência, Parâmetros treinados	Existe uma grande variação nos procedimentos de treinamento utilizados em pesquisas que incluem a avaliação perceptivo-auditiva da qualidade da voz.

Santos, Vieira, Sansão e Gama (2021)	Analisar se a utilização de emissões âncoras de vozes sintetizadas na avaliação perceptivo-auditiva melhora a concordância intra e interavaliador.	Uso de âncoras	A concordância interavaliadores foi maior para o grau intenso do parâmetro sopro-silêncio com uso de âncoras quando comparada sem o uso de assim como a concordância intra-avaliadores do parâmetro rugosidade. O uso de emissões âncoras de vozes sintetizadas diretamente na avaliação melhora a concordância intra e interavaliadores na análise perceptivo-auditiva da voz.
Bispo, Yamasaki, Padovani e Behlau (2022)	Verificar o efeito da repetição de estímulos âncoras na APA realizada por estudantes; analisar a relação entre o número de dimensões vocais dos estímulos sonoros e a acurácia; e investigar a relação entre o desvio vocal predominante e a acurácia	Uso de âncoras, complexidade do estímulo	É importante realizar o TPA de alunos da graduação utilizando estímulos âncoras, iniciar com estímulos sonoros mais simples e com dimensões vocais mais concordantes.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

2.2 SIMULADORES DE TREINAMENTO EM SAÚDE

Para atingir os objetivos propostos pelas bases curriculares, os professores utilizam estratégias de ensino para facilitar o processo de aprendizagem dos alunos. Com o avanço da tecnologia e suas ciências, recursos tecnológicos e sistemas interativos vêm ganhando espaço entre as estratégias de ensino, inclusive na área da saúde (BERMAN, 2006). Aplicações como ST

permitem que o aluno/usuário tenha experiências próximas das que são vividas no mundo real, sendo elas experiências comuns ou atípicas. Outra vantagem do uso de aplicações para o treinamento de alunos na área da saúde é que os erros podem ser cometidos sem que haja risco para paciente e/ou aluno e assim podem ser corrigidos antes da prática em situações reais (SATAVA; GALLAGHER; PELLEGRINI, 2003). Além disso, estas aplicações, geralmente, possuem sistemas de avaliação que analisam o desempenho do usuário durante o treino, por meio de medidas objetivas, em tempo real.

A partir das interações entre o usuário e o sistema, é possível extrair informações que podem ser utilizadas para realizar a análise do desempenho do usuário no treinamento realizado, em um processo conhecido como avaliação do usuário (MORAES; MACHADO, 2014). Esse processo pode ser realizado por meio de métodos *offline* e *online*. Os métodos *offline* avaliam o usuário em um sistema desvinculado, com os dados da simulação coletados e gravados para uma posterior análise. Já os métodos *online* estão vinculados à aplicação e são capazes de oferecer resultados imediatamente após a execução da simulação (MACHADO *et al.*, 2019).

As informações extraídas das interações entre usuário e ST são capturadas pelo sistema de avaliação e comparadas com as informações implementadas na aplicação. As informações implementadas são chamadas de métricas e são estabelecidas de acordo com a literatura disponível e/ou por meio do conhecimento de especialistas. A definição das métricas que funcionam como balizadores no processo de avaliação são um desafio para a proposição de um ST em saúde, sobretudo quando envolvem procedimentos subjetivos, que não possuem métricas estabelecidas na literatura e/ou sobre os quais não existe consenso entre os pesquisadores da área (WIET *et al.*, 2012), como é o caso da APA.

Segundo Moraes, Machado, Marques, Costa (2012), a concepção de um ST para a área de saúde com avaliação online deve envolver uma equipe multidisciplinar composta por, pelo menos, quatro grandes áreas: educação, saúde, estatística e computação. A construção de uma aplicação voltada a área da saúde necessita de especialistas em: 1) Teorias – responsáveis pelos aspectos pedagógicos, afetivos e psicológicos da aplicação; 2) Conteúdo – responsáveis pelas informações relevantes para o ensino/treinamento dos

assuntos que serão abordados na aplicação; e 3) Projeto – responsáveis pela arte, entretenimento, inteligência artificial e programação da aplicação. O trabalho dos especialistas deve ser realizado em conjunto para que a aplicação desenvolvida seja efetiva e eficiente (RODRIGUES; MACHADO; VALENÇA, 2009).

O desenvolvimento de uma aplicação deve seguir o que é chamado de design com propósito (MACHADO; COSTA; MORAES, 2018) e deve responder as seguintes perguntas:

- 1) Qual o objetivo esperado com o uso da aplicação?
- 2) Qual o assunto principal da aplicação e os conceitos a ele relacionados?
- 3) Qual o público-alvo?
- 4) Qual o cenário de uso da aplicação?
- 5) Como graduar o desafio?

A resposta a essas perguntas guiará o trabalho a ser realizado pela equipe, tornando-o mais claro e objetivo desde a fase de planejamento da aplicação.

2.3 MODELO DE DECISÃO E APLICAÇÕES EM SAÚDE

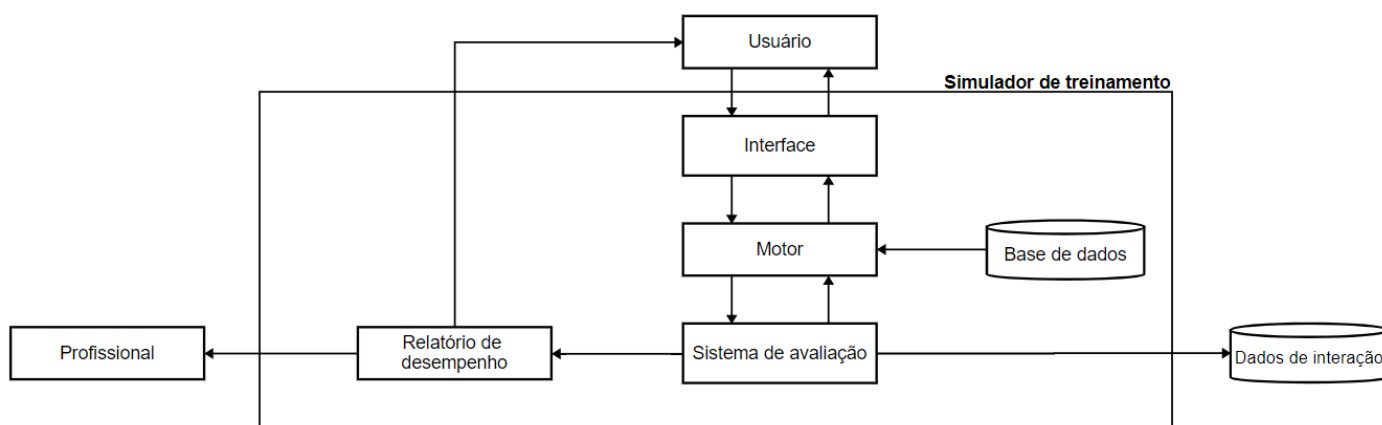
O processo de tomada de decisão é algo natural na vida do ser humano. Sabe-se que a tomada de decisão humana se baseia no raciocínio e nos conhecimentos/experiências adquiridos ao longo da vida. Essas decisões são importantes para o crescimento, aprendizado e para direcionar o curso da vida (MORAES e MELO, 2017).

Em ST's, o processo de tomada de decisão é responsável por controlar o nível de dificuldade da simulação, direcionar o usuário no ST, além de permitir extrair, classificar e avaliar o desempenho do usuário a partir das suas interações com o sistema. Esse processo é realizado pela máquina de forma automática por meio do modelo de decisão implementado na aplicação. O modelo de decisão é um conjunto de técnicas e métodos matemáticos que atuam com objetivos variados como: a avaliação dos processos de tomada de decisão do usuário; controle dos níveis de dificuldade; planejamento de ações; previsão de trajetórias de personagens; controle dos oponentes; e mudança de estados (MORAIS,

2011). Quando o usuário interage com o ST informações são extraídas e medidas para a avaliação do desempenho do usuário (avaliação *online*) são calculadas de acordo com o modelo de decisão implementado (MORAES; MACHADO, 2014).

As interações entre o usuário e a interface do simulador são monitoradas pelo motor do ST, que envia o resultado dessa interação para o sistema de avaliação que, dependendo das regras implementadas, pode retornar informações para o motor modificar a interface apresentada ao usuário, analisar os dados e emitir um relatório de desempenho para o usuário e o profissional que acompanha o treinamento ou armazenar os dados para avaliação posterior, não acoplada ao ST (avaliação *offline*). Dependendo da aplicação, diferentes variáveis podem ser monitoradas e utilizadas no sistema de avaliação (MACHADO *et al.*, 2019) (Figura 1).

Figura 1: Funcionamento do Simulador Treinamento e o Sistema de Avaliação.



Fonte: Machado, 2019 (adaptado).

Um dos métodos que podem ser utilizados para compor o modelo de decisão, é o sistema baseado em regras (SBR). Estes sistemas são formas simples de inteligência artificial que utilizam regras para representar o conhecimento de forma codificada dentro do sistema. O SBR representa o conhecimento em termos de um conjunto de regras que diz o que fazer ou o que concluir em diferentes situações (ALDER *et al.*, 2014).

As regras que compõem o SBR são expressas como um conjunto de declarações SE – ENTÃO, por exemplo: SE P ENTÃO Q. O SE é a condição (ou premissa) e o ENTÃO é a conclusão (ou ação). Essa estrutura se baseia na lógica clássica na qual apenas duas respostas são possíveis, verdadeiro ou falso (0 ou 1). As regras também podem conter várias condições unidas por qualquer um dos operadores lógicos “E” e “OU” (ou por uma combinação deles) (GROSAN, ABRAHAM, 2011).

Qualquer SBR necessita de alguns elementos básicos e simples, como: 1) Conjunto de fatos – esses fatos são as afirmações e devem ser relevantes para o estado inicial do sistema; 2) Conjunto de regras – contém todas as ações que devem ser realizadas dentro do escopo de um problema específico, como agir no conjunto de afirmações. Uma regra se relaciona aos fatos na parte SE para alguma ação na parte ENTÃO. O sistema deve conter apenas regras relevantes e evitar as irrelevantes porque o número de regras no sistema afetará seu desempenho; e 3) Critério de rescisão – é uma condição que determina que uma solução foi encontrada ou que não existe. Isso é necessário para encerrar alguns SBR que permanecerão em *loops* infinitos, caso contrário (GROSAN, ABRAHAM, 2011).

Os SBR's são modelos muito simples e podem ser adaptados e aplicados para um grande tipo de problemas. O requisito é que o conhecimento da área do problema possa ser expresso na forma de regras SE – ENTÃO. A área também não deve ser tão grande porque muitas regras podem tornar o sistema ineficiente (GROSAN, ABRAHAM, 2011).

Os SBR's são utilizados em ST's e cumprem os objetivos para os quais são implementados. A seguir são apresentados alguns trabalhos que utilizaram SBR, de forma isolada ou combinada, na composição do modelo de decisão implementado (Quadro 2). Os trabalhos apresentados desenvolveram ST's para áreas gerais das Ciências da Saúde (AG) e áreas específicas como a Medicina (M), Enfermagem (E) e Odontologia (O).

O trabalho de Cagiltay, Ozcelik, Sengul e Berker (2017) desenvolveu um ST para o treinamento de endoneurocirurgias. Participaram da etapa de testes médicos com diversos níveis de experiência (recém-formados, residentes iniciantes e residentes veteranos). As métricas utilizadas para as variáveis

distância, precisão e tempo foram bem generalistas, e a partir dos resultados encontrados na simulação foram formulados índices para cada nível de experiência. Assim, futuros usuários terão seu desempenho na simulação classificado com algum dos índices formulados.

O ST para o procedimento de incisões cirúrgicas, desenvolvido por Moura, Machado e Valença (2019), possui um sistema de avaliação que gera um relatório de desempenho após a simulação. De acordo com as regras estabelecidas no SBR, as variáveis envolvidas no treinamento são avaliadas e o relatório apresenta o *feedback* para cada uma delas.

PAIVA *et al.*, (2018) desenvolveu um simulador para o treinamento de equipes cirúrgicas com foco em habilidades individuais (técnicas) e de equipe (não-técnicas). Ao final da simulação o relatório de desempenho fornece *feedback* individual do usuário (cada membro da equipe) e da equipe. Esse ST auxilia o processo de educação e avaliação de estudantes em nível de graduação e técnico de cursos de saúde a respeito dos aspectos básicos presentes nos procedimentos cirúrgicos. Além disso, é uma ferramenta que pode ser utilizada em momentos específicos da grade curricular de cursos superiores (em nível de graduação) e técnicos.

O ST para administração de medicamentos injetáveis desenvolvido por Macedo *et al.*, (2015) utilizou uma metodologia semelhante a empregada nesse estudo. As métricas de avaliação do usuário foram definidas a partir da experiência de especialistas na área. Com isso, foi implementado um SBR que verifica se o usuário realizou ou não determinada tarefa, além de avaliar os procedimentos necessários até a aplicação do medicamento, como a escolha dos materiais, higienização das mãos, escolha e antissepsia do local.

Quadro 2: Simuladores de Treinamento com uso de sistemas baseados em regras.

Autor	Área	Objetivo	Modelo de Decisão	Resultados
Cagiltay, Ozcelik, Sengul, Berker (2017)	M	Desenvolver e validar uma ferramenta para avaliar o desempenho geral dos participantes de um treinamento de endoneurocirurgia baseado em um ambiente de simulação.	SBR que utiliza as variáveis tempo (t), distância (d) e precisão (p). Exemplo: SE $t > 120s$ ENTÃO navegação imprecisa	ST para o treinamento de endoneurocirurgia. A partir da avaliação do desempenho geral formado pelo t, d, p foi gerado um índice de avaliação para estimar o nível de experiência dos próximos usuários.
Moura, Machado, Valença (2019)	O e M	Desenvolver um ST para o procedimento de incisões cirúrgicas e determinar as variáveis utilizadas no sistema de avaliação do sistema.	<i>Support Vector Machine</i> (VSM) para avaliação da trajetória da incisão e SBR para determinar se o usuário é capaz de identificar impedimentos para o paciente prosseguir para a cirurgia	Desenvolvimento de um ST para incisões cirúrgicas que, em uma simulação de incisão submentoniana. Os resultados obtidos nos testes foram satisfatórios, com 74 a 97% de precisão da incisão, dependendo da configuração do teste. Fornece relatório de desempenho.
Paiva et al., (2018)	AG	Auxiliar no processo de educação e avaliação de estudantes em nível de graduação e técnico de cursos de saúde a respeito dos aspectos básicos presentes nos procedimentos cirúrgicos.	SBR tanto na avaliação individual do usuário quanto na avaliação colaborativa (equipe).	Criação de um ST que aborda a atuação de equipes cirúrgicas e enfatiza tanto as habilidades técnicas individuais de cada procedimento, como também as habilidades não técnicas que se referem à interação colaborativa entre a equipe. Fornece relatório de desempenho.
Macedo (2015)	E e M	Desenvolver um ST para a administração de medicamentos injetáveis.	SBR para avaliar se o usuário realizou ou não determinado procedimento.	Estabelecimento de métricas de acordo com especialistas e desenvolvimento do ST para administração de injetáveis. Fornece relatório de desempenho.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

As estratégias tradicionais de ensino estão sendo complementadas pelas novas tecnologias. Estas, surgem como abordagens facilitadoras para o ensino/treinamento de alunos e profissionais das mais diversas áreas. Essas tecnologias facilitam a avaliação de procedimentos de caráter subjetivo, por meio

de modelos matemáticos baseados em métricas preestabelecidas por especialistas que são implementadas no desenvolvimento da aplicação.

De acordo com o objetivo, tipo de treinamento e variáveis que serão trabalhadas, diversos modelos de decisão podem ser ajustados para que conduza o treinamento e avalie o usuário a partir de suas interações com o sistema. Por isso, as métricas devem ser bem fundamentadas e validadas seja por meio do conhecimento da literatura ou por especialistas no assunto.

O TPA tradicional possui fragilidades e um ST para este tipo de treinamento pode ajudar no controle de variáveis consideradas importantes no treinamento (tempo, experiência, tipo de estímulo, entre outras). Além disso, pode realizar a avaliação de desempenho dos usuários de forma *online* e descartar a necessidade de encontros presenciais para realização do treinamento. O treinamento simulado além de poder fornecer a avaliação imediata do usuário, dispensa a necessidade de encontros presenciais e cria um ambiente seguro para a prática repetida inúmeras vezes sem que gere riscos ou constrangimentos com os erros cometidos.

É necessário conhecer a forma como o treinamento é realizado e quais as métricas de avaliação para propor o desenvolvimento de um ST. A partir deste conhecimento é possível estabelecer regras e critérios de avaliação para os usuários do ST. Definir essas métricas e os critérios para avaliação do usuário é um desafio para a proposição de um ST, sobretudo quando envolve procedimentos subjetivos, que não possuem métricas estabelecidas na literatura e/ou sobre os quais não existe consenso entre os pesquisadores da área (WIET et al., 2012), como é o caso da APA.

3 METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos propostos desse trabalho, ele foi dividido em três fases: 1) Pesquisa, com docentes, sobre o TPA; 2) Definição da estrutura do treinamento, métricas e modelo de decisão para avaliação do usuário; e 3) Implementação do ST e teste de simulação de perfis.

3.1 PESQUISA, COM DOCENTES, SOBRE O TREINAMENTO PERCEPTIVO-AUDITIVO

Um questionário foi elaborado e aplicado, de forma remota, com docentes dos cursos de graduação em Fonoaudiologia e pós-graduação em Voz (*stricto sensu* e *lato sensu*) que lecionam ou já lecionaram disciplinas que envolvam a realização do TPA no Brasil. Foram estabelecidos os seguintes critérios de elegibilidade para os participantes da pesquisa: ser docente em nível de graduação e/ou pós-graduação em Fonoaudiologia; ter experiência no ensino de alguma disciplina em que se realize o TPA; e já ter realizado o TPA ao menos uma vez.

O questionário foi estruturado na ferramenta Google forms e aplicado com o objetivo de conhecer como o TPA é realizado, as dificuldades encontradas para sua realização, bem como a forma que os docentes avaliam o efeito desse treinamento. O convite para a participação na pesquisa foi enviado para 81 cursos de graduação em Fonoaudiologia de todo o Brasil, conforme lista disponível no site do Conselho Federal de Fonoaudiologia. Para ter acesso ao questionário, os participantes receberam e assinaram o TCLE (Apêndice 1) conforme a Resolução 466/12 e as orientações para pesquisas em ambiente virtual (24 de fevereiro de 2021) do Conselho Nacional de Saúde, como garantia do seu anonimato e do sigilo das informações prestadas. Em seguida, os participantes responderam ao questionário composto por 31 itens divididos em quatro blocos. Sendo eles: 1) Perfil Profissional; 2) Condições para o TPA da Voz nos Cursos de Graduação em Fonoaudiologia; 3) Estrutura do TPA; e 4) Avaliação do efeito do TPA.

A amostra final foi composta por 22 docentes. Desses, 15 (68,2%) atuavam exclusivamente no nível de graduação e pós-graduação *stricto sensu*, dois (9,1%) atuavam somente no nível da pós-graduação *latu sensu* em Voz e cinco (22,7%) atuavam no treinamento de alunos de graduação e pós-graduação *latu sensu* em Voz (Quadro 3).

A amostra incluiu representantes das seguintes unidades da federação: São Paulo (n=10, 45,5%), Pernambuco (n=3, 13,6%), Paraíba (n=3, 13,6%), Minas Gerais (n=2, 9,1%), Rio de Janeiro (n=2, 9,1%), Distrito Federal (n=1, 4,5%) e Rio Grande do Norte (n=1, 4,5%). De acordo com o perfil profissional, os entrevistados foram, em sua maioria (n=13, 59,1%), doutores com mais de 10 anos de docência em cursos de graduação em instituições públicas (n=18, 81,1%), onde realizam o TPA em componentes curriculares obrigatórios (Quadro 3).

Quadro 3: Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 1 (Perfil profissional).

Bloco 1 – Perfil profissional		
Quesitos		Respostas
1	Qual o seu grau máximo de formação?	Doutorado (n=13, 59,1%) Pós-doutorado (n=9, 40,9%)
2*	Para qual público você desenvolve/aplica TPA da Voz?	Graduação (n=19, 86,4%) Especialização em Voz (n=7, 31,8%) Pós-graduação <i>Stricto Senso</i> (n=9, 40,9%) Cursos livre (n=5, 22,7%) Residência (n=1, 4,5%)
3	Se leciona na graduação, o TPA para avaliação da qualidade vocal faz parte do conteúdo de algum componente curricular obrigatório?	Sim (n=15,68,2%) Não (n=1, 4,5%) NA (n=6, 27,3%)

4*	Tipo de instituição em que ensina?	Pública (n=18, 81,9%) Particular (n=4, 18,2%) Fundação (n=1, 4,5%)
5	UF da instituição?	São Paulo (n=10, 45,5%) Paraíba (n=3, 13,6%) Pernambuco (n=3, 13,6%) Minas Gerais (n=2, 9,1%) Rio de Janeiro (n=2, 9,1%) Distrito Federal (n=1, 9,1%) Rio Grande do Norte (n=1, 9,1%)
6	Tempo de docência em anos?	Mais de 10 anos (n=18, 81,1%) Menos de 10 anos (n=4, 18,2%)

Legenda: * Quesito permite a marcação de mais de uma resposta.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

Para a avaliação das respostas dos docentes, foi utilizado a frequência relativa, de acordo com cada item do questionário que foi aplicado. Uma síntese dos resultados desta fase é apresentada na seção de resultados. A partir da pesquisa sobre o TPA, realizada com docentes, foi produzido o primeiro artigo da dissertação, que foi submetido ao periódico *CoDAS (Communication Disorders, Audiology and Swallowing)*. Neste artigo podem ser encontradas maiores informações acerca dos métodos e resultados dessa primeira etapa de pesquisa.

3.1.1 Considerações éticas

Este estudo foi submetido, avaliado e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da instituição de origem sob o parecer de nº 4.746.039. Ele foi desenvolvido no período entre fevereiro (2020) e outubro de 2021. Todos os participantes deste estudo receberam e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). A pesquisa envolveu riscos quanto à: invasão de privacidade; divulgação de dados confidenciais; e ocupação do tempo do sujeito em responder ao questionário, porém os pesquisadores adotaram medidas para

minimizar estes riscos garantindo o sigilo e a integridade das informações obtidas.

3.2 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO TREINAMENTO, MÉTRICAS E MODELO DE DECISÃO PARA AVALIAÇÃO DO USUÁRIO

A partir da análise das respostas dos docentes na fase anterior e do conhecimento disponível na literatura sobre TPA, foi realizado o planejamento da estruturação do TPA, bem como o estabelecimento das métricas para a avaliação do usuário a serem implantadas no modelo de decisão.

O modelo de decisão utilizado neste estudo é composto por um SBR que segue a lógica clássica. Estes sistemas são formas simples de inteligência artificial que utilizam regras para representar o conhecimento de forma codificada dentro do sistema. O SBR representa o conhecimento em termos de um conjunto de regras que indicam o que fazer ou o que concluir em diferentes situações (ALDER et al., 2014).

Vozes que possuem o desvio vocal em regiões limítrofes podem gerar discordâncias entre os juízes. Por exemplo, vozes que estão postas entre os limites de grau leve e grau moderado. Para este estudo, apesar dessas discordâncias, a lógica clássica foi adotada para a construção das regras do sistema por ser um tipo de lógica semelhante à utilizada no TPA tradicional, sobretudo quando a escala utilizada é a GRBAS. Essa escala utiliza um sistema categórico, no qual não há intervalos para incertezas (0, 1, 2, 3). Além disso, para os docentes entrevistados, o método para avaliação das respostas dos alunos na escala GRBAS não admite inconsistências. Com o objetivo de reduzir estas discordâncias, vozes limítrofes foram descartadas do estudo e as que foram utilizadas neste ST possuem seus parâmetros bem estabelecidos baseados na avaliação mais consistente entre três especialistas em voz com mais de 10 anos de experiência com a APA.

Para a avaliação do desempenho do usuário durante a utilização do ST, foram selecionadas quatro medidas: a concordância interna ou confiabilidade intrasujeito (Coeficiente Kappa), a acurácia, a sensibilidade e a especificidade. Nesta pesquisa, considerando que o objetivo do simulador é desenvolver

habilidades auditivas de juízes para classificar vozes quanto à presença, ao grau e ao tipo de desvio da qualidade vocal, essas medidas possibilitam o acompanhamento do desempenho do usuário quanto a sua taxa de acertos e consistência das suas avaliações. A melhora dessas habilidades pode refletir na melhora da qualidade do atendimento fonoaudiológico, já que TPA potencializa a capacidade do fonoaudiólogo para identificação de desvios vocais.

A análise de confiabilidade mensura a capacidade de se conseguir os mesmos resultados sobre uma avaliação a partir de situações de medições realizadas por instrumentos ou avaliadores diferentes, pelo mesmo instrumento ou mesmo avaliador em tempos distintos, ou pela combinação dessas situações (MIOT, 2016; GAMA, 2020). Os testes estatísticos de confiabilidade possuem a capacidade de quantificar a proximidade das avaliações atribuídas nessas situações (GWET, 2008). Para a análise da confiabilidade interna do juiz foi adotado o coeficiente Kappa, que é definido pela equação:

$$Kappa = \frac{Po - Pc}{1 - Pc}$$

Po = Proporção de avaliações concordantes.

Pc = Proporção das avaliações concordantes esperadas devido ao acaso.

Neste estudo, a acurácia refere-se à concordância entre a avaliação do usuário e a avaliação dos especialistas. É o desempenho da avaliação em distinguir vozes que possuem ou não determinada característica ou uma condição-alvo específica. A acurácia é expressa principalmente como a sensibilidade e a especificidade (LEEFLANG et al., 2008). No entanto, existem outras medidas que podem e estão sendo bastante usadas dependendo do contexto da avaliação (ZAPF et al., 2015. ŠIMUNDIĆ, 2009). Sendo assim, a acurácia é definida como a relação do número de vozes corretamente classificadas e o número total de vozes analisadas:

$$Acurácia = \frac{VP + VN}{VP + VN + FP + FN}$$

VP = Verdadeiro positivo.

VN = Verdadeiro negativo.

FP = Falso Positivo.

FN = Falso negativo.

Sensibilidade é refere-se à capacidade do usuário de identificar uma característica vocal entre aqueles que verdadeiramente apresentam tal característica. A Sensibilidade é a fração dos que obtiveram resposta positiva (presença de desvio, por exemplo) no teste entre aqueles que possuem o desvio da qualidade vocal:

$$\text{Sensibilidade} = \frac{VP}{VP+FN}$$

VP = Verdadeiro positivo.
FN = Falso negativo.

A especificidade é complementar à sensibilidade e é definida como a capacidade do usuário de identificar uma proporção de vozes sem determinada característica com resultado negativo na avaliação sobre o total de sujeitos sem essa característica (MISODOR, 2008. ŠIMUNDIĆ, 2009). A Especificidade é a fração dos que obtiveram resposta negativa na avaliação entre aqueles que não possuem a alteração:

$$\text{Especificidade} = \frac{VN}{VN+FP}$$

VN = Verdadeiro negativo.
FP = Falso Positivo.

Essas quatro medidas compõe o índice de desempenho utilizado para avaliação do usuário. Neste trabalho, para a classificação dos valores do Coeficiente Kappa foi adotado a proposta de Landis *et al.* (1977). Para os valores de acurácia, sensibilidade e especificidade foi adotada a proposta de Hosmer e Lemeshow (2000) (Quadro 4).

Quadro 4: Classificação para os valores do Coeficiente Kappa (LANDIS *et al.*, 1977), acurácia, sensibilidade e especificidade (HOSMER E LEMESHOW, 2000).

Variável	Valores	Classificação
Coeficiente Kappa	0,81 – 1,00	Quase perfeita
	0,61 – 0,80	Boa
	0,41 – 0,60	Moderada*
	0,21 – 0,40	Regular
	0,00 – 0,20	Discreta
	<0,00	Pobre
Acurácia, Sensibilidade e Especificidade	> 90%	Excelente
	80 – 90%	Boa
	70 – 80%	Aceitável*
	60 – 70%	Pobre

	<60%	Sem capacidade de discriminação aceitável
--	------	---

Legenda: *Classificação aceitável para a variável.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

3.3 IMPLEMENTAÇÃO DO ST E TESTE DE SIMULAÇÃO DE PERFIS

Segundo Machado, Costa e Moraes (2018), a elaboração de um ST deve considerar alguns requisitos como: objetivo; assunto principal; público-alvo; cenário; e graduação de desafios. Para o ST desenvolvido neste estudo foram estabelecidos os seguintes requisitos:

- 1) Objetivo – desenvolver habilidades auditivas de juízes para classificar vozes quanto à presença, ao grau e ao tipo de desvio da qualidade vocal, de acordo com o nível de experiência do usuário;
- 2) Assunto principal – aborda o tema do TPA da voz de forma padronizada e com acompanhamento do desempenho imediato (este acompanhamento permite identificar quais as principais dificuldades do usuário e pode fornecer informações para melhorias do TPA);
- 3) Público-alvo – destinado a graduandos de Fonoaudiologia e fonoaudiólogos que busquem o refinamento da percepção auditiva para a realização do JPA;
- 4) Cenário – é formado por uma interface prática e de fácil interação que direciona a atenção do usuário às tarefas que devem ser realizadas; e
- 5) Graduação de desafios – divide o TPA em etapas com hierarquia de dificuldade de acordo com a tarefa solicitada ao usuário. Cada etapa possui um objetivo diferente para o TPA e a conclusão de uma etapa é pré-requisito para o desbloqueio da etapa seguinte.

O ST foi desenvolvido em formato de plataforma *Web*, e foram utilizadas a biblioteca *ReactJS* para o desenvolvimento da interface e o *framework nodeJS* para desenvolvimento da API (*Application Programming Interface*). A linguagem de programação utilizada foi a JavaScript e o editor de código foi o *VisualStudioCode* (Versão 1.62.3). Por ser uma plataforma *web* o ST funciona

em qualquer dispositivo, desde que possua conexão com a internet e algum navegador instalado.

Para este estudo, a tarefa de fala selecionada foi a vogal / *ɛ*/. Essa vogal foi escolhida por ser menos impactada por mudanças no trato vocal e significativamente menos atenuada em ambos os sexos, por isso é comumente utilizada em avaliações vocais e laríngeas no Brasil (GONÇALVES *et al.*, 2009).

As vozes humanas foram selecionadas a partir da base de dados do Laboratório Integrado de Estudos da Voz (LIEV) do Departamento de Fonoaudiologia da UFPB. O banco de dados contém informações sobre todos os sujeitos que passaram pelo processo de avaliação clínica da voz no referido laboratório entre 2012 e 2021. Esse banco de dados contém informações sobre 1800 sujeitos atendidos no ambulatório naquele período especificado. O banco de dados inclui informações sobre queixas vocais, resultados do exame visual da laringe, resultados da APA da voz, além de todas as amostras vocais do sujeito. Todas as vozes foram coletadas em cabine de gravação com tratamento acústico e ruído inferior a 50 dB NPS, com taxa de amostragem de 44100 Hz, com 16 bits por amostra e seguem um modelo de gravação com tarefas de fala padronizadas. No momento da gravação os indivíduos permanecem de pé, desde que não haja nenhum impedimento para isso, e em uma distância de 10 cm do microfone. Estes indivíduos, no momento da gravação da voz, assinam um termo de autorização para o uso das gravações em pesquisas realizadas pelo laboratório.

As vozes sintetizadas são combinações de diferentes parâmetros biomecânicos para geração de sinais com diferentes graus, tipos e combinações de desvios vocais. O nível de naturalidade das vozes geradas ser considerado para garantir que os resultados dos estudos usando estímulos sintetizados são generalizáveis para condições reais de produção vocal, seja de indivíduos vocalmente saudáveis ou de pacientes disfônicos (validade externa) (ENGLERT *et al.*, 2017). O banco de vozes sintetizadas utilizado foi gerado pelo SimuVox sintetizador (LUCERO; SCHOENTGEN; BEHLAU, 2013). As vozes produzidas por este sintetizador foram previamente avaliadas quanto à qualidade e naturalidade e foram consideradas como excelentes representações da

produção vocal humana saudável e desviada com diferentes tipos e graus de desvio (ENGLERT *et al.*, 2015; ENGLERT *et al.*, 2017).

Para a versão final do ST proposto nesse estudo, foram utilizadas 336 vozes humanas e 336 vozes sintetizadas de ambos os sexos, com APA prévia realizada por 3 fonoaudiólogos com mais de dez anos de experiência em APA. Nesta avaliação os fonoaudiólogos respondiam categoricamente se a qualidade vocal era “normal” ou “desviada”. Em seguida, identificam a qualidade vocal predominante nas vozes desviadas, classificando cada voz como rugosa, soprosa ou tensa. Em seguida, marcavam a avaliação do grau geral e os graus de rugosidade, soprosidade e tensão na escala GRBAS. Vinte por cento das amostras foram repetidas aleatoriamente e a confiabilidade intra-avaliador foi analisada pelo coeficiente kappa de Cohen. A avaliação com maior confiabilidade (0,81 - indicando boa concordância) foi utilizada para o ST.

Foram selecionadas as primeiras vozes dos bancos que preencheram a quantidade necessária de vozes segundo tipo de desvio (rugosidade ou soprosidade), grau de alteração e dimensionalidade dos parâmetros (uni ou multidimensional).

Para a análise do número de dimensões vocais, foi observado os valores da escala GRBAS e a avaliação do predomínio pelos especialistas. As vozes unidimensionais tinham como característica a presença de um desvio vocal (grau 1 ou 2), podendo ser rugosa, soprosa ou tensa e grau 0 para os demais. As vozes multidimensionais podiam conter a associação de dois ou mais desvios vocais. Para vozes unidimensionais humanas foram excluídas as amostras com grau geral de alteração 2 e 3. Para as vozes unidimensionais sintetizadas foram excluídas as amostras com grau geral de alteração 3. Essa decisão foi tomada porque nessas condições, frequentemente, ocorre a presença simultânea de diversos parâmetros, sendo inviável a seleção de vozes unidimensionais (Lopes *et al.*, 2018).

4 RESULTADOS

Os resultados serão divididos de acordo com as três fases do projeto: Pesquisa, com docentes, sobre o TPA; Definição da estrutura do treinamento, métricas e modelo de decisão para avaliação do usuário; Implementação do ST e teste de simulação de perfis.

4.1 PESQUISA, COM DOCENTES, SOBRE O TPA

Sobre as condições para o treinamento nos cursos de graduação em Fonoaudiologia, a maior parte dos entrevistados (n=21, 95,5%) afirma que o TPA é feito a partir do segundo ano do curso de graduação. Quando perguntados se há um melhor momento ao longo da graduação para que este treinamento seja realizado, 15 dos entrevistados (68,18%) afirmaram que existe e todos concordam que deve ser realizado a partir do segundo ano do curso de graduação (Quadro 5).

Quadro 5: Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 2 (Condições para o TPA).

BLOCO 2) Condições para o TPA		
Quesitos		Respostas
7	Em que ano do curso de Graduação os alunos recebem o TPA na instituição que você atua?	A partir do 2º ano (n=21, 95,5%)
8	Você considera que há um melhor momento do curso ao longo da graduação para oferecer um programa de TPA para os estudantes de Fonoaudiologia?	Sim (n=15, 68,2%) Todos afirmam que deve ser realizado a partir do segundo ano da graduação Não (n=7, 31,8%)
9	Existe algum pré-requisito para os alunos iniciarem este treinamento na instituição que você atua?	Sim (n=10, 45,5%) Não (n=12, 54,5%)

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

De maneira geral, os respondentes associam outras informações dos falantes durante o TPA, tais como o sexo (n=18, 81,8%), a idade (n=18, 81,8%),

a queixa (n=14, 63,3%), o espectrograma (n=11, 50%) e o resultado do exame laríngeo (n=10, 45,5%) dos falantes (Quadro 5).

O número total de horas de TPA em sala de aula variou de menos de 2hs a mais de 8hs. A maior parte das respostas estão em um intervalo entre 6 e 8 horas de treinamento (n=5, 22,73%) (Quadro 5).

A maioria dos participantes utilizam vozes humanas (n=17, 77,3%) na realização do TPA, enquanto cinco (22,7%) utilizam vozes humanas e sintetizadas. A quantidade de vozes variou entre menos de 20 a mais de 50 vozes (Quadro 5).

As tarefas de fala mais utilizadas no TPA são contagem de números (n=21, 95,5), fala espontânea (n=17, 77,3%), frases do CAPE-V (n=17, 77,3%), vogais /a/ (n=15, 68,2%) e vogal /ε/ (n=12, 54,5%). As escalas mais usadas são a GRBAS (n=20, 90,9%) e a CAPE-V (n=18, 81,8%) (Quadro 5).

De modo geral, os respondentes iniciam o TPA pela identificação da presença/ausência de desvio vocal. Porém, divergem quanto à sequência das etapas posteriores. Quando perguntados sobre uma possível hierarquização das etapas do TPA, a maioria indicou a seguinte ordem de aplicação: identificação da presença de desvio vocal como 1º nível de treinamento (n=20, 90%), avaliação da qualidade vocal predominante como 2º nível (n=15, 68,2%) e avaliação do grau de desvio vocal como último nível (n=12, 54,5%) (Quadro 5).

Todos os entrevistados incluem os parâmetros grau geral de desvio vocal (G), rugosidade (R), soprosidade (B) e tensão (S) no TPA. Quando solicitado a descrição de características auditivas relacionadas aos parâmetros incluídos no treinamento, os entrevistados parecem demonstrar dificuldades para definir características auditivas para os parâmetros R e S. O parâmetro B, do ponto de vista auditivo, parece ser mais fácil de ser explicado. As respostas dos entrevistados se referiam à: “Qualquer escape de ar audível durante a produção vocal”. As respostas dos entrevistados não foram específicas ao definir características auditivas e/ou definiam os correlatos anatomofisiológicos para R e S. Para R, as respostas se referiam à: “irregularidade vibratória”, “ruído”, “voz suja”, “presença de areia”. Para S, as respostas faziam referência à: “Sensação de aperto”, “esforço vocal”, “hiperfunção vocal” (Quadro 5).

Mais da metade dos entrevistados (n=14, 63,3%) considera que o TPA deve ter duração acima de 8 horas para alcançar melhoria no desempenho e na confiabilidade dos juízes. A maioria dos participantes (n=21, 95,5%) não utiliza nenhum tipo de simulador ou jogo para o TPA (Quadro 6).

Quadro 6: Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 2 (Estrutura do TPA).

BLOCO 3) Estrutura do TPA		
Quesitos		Respostas
10*	Durante o TPA você associa alguma outra informação sobre a voz apresentada?	Idade (n=18, 81,1%) Sexo (n=18, 81,1%) Queixa principal (n=14, 63,6%) Espectrograma (n=11, 50%) Exame laríngeo (n=10, 45,4%)
11	Qual o total de horas de treinamento em sala de aula?	Menos de 2h (n=2, 9,1%) Entre 2 e 4h (n=5, 22,7%) Entre 4 e 6h (n=3, 13,6%) Entre 6 e 8h (n=5, 22,7%) Mais de 8h (n=4, 18,1%) Outros (n=3, 13,6%)
12	As vozes utilizadas no treinamento são humanas e/ou sintetizadas?	Humanas (n=17, 77,3%) Humanas e Sintetizadas (n=5, 22,7%)
13	Quantidade de vozes que você utiliza no treinamento?	Até 20 vozes (n=8, 36,4%) Entre 21 e 40 vozes (n=7, 31,8%) Mais de 50 vozes (n=7, 31,8%)
14*	Que tarefas de fala você utilizada para o treinamento?	Contagem de números (n=21, 95,5%) Frases do CAPE-V (n=17, 77,3%) Fala espontânea (n=17, 77,3%) Vogal “a” (n=15, 68,2%) Vogal “e” (n=12, 54,5%)
15	Você utiliza o instrumento CAPE-V (Kempster, 2009) no TPA?	Sim (n=18, 81,8%) Não (n=4, 18,2%)
16	Você utiliza o instrumento GRBAS (Hirano, 1981) no TPA?	Sim (n=20, 90,9%) Não (n=2, 9,1%)
17	Você utiliza a Escala de Desvio Vocal - EDV (Yamasaki et al., 2017) no TPA?	Sim (n=13, 59,1%) Não (n=9, 40,9%)
18**	Suponha que existam 3 níveis hierárquicos de complexidade para o TPA. Indique a ordem dos níveis que você utilizaria no treinamento?	1º Nível: Identificação da presença do desvio vocal (n=20, 90,9%) 2º Nível: Avaliação da qualidade vocal predominante (n=15, 68,2%) 3º Nível: Avaliação do grau geral do desvio vocal (n=12, 54,5%)

19*	Quais parâmetros você inclui no treinamento?	Rugosidade (n=22, 100%) Soprosidade (n=22, 100%) Tensão (n=22, 100%)
20 [#]	Como você define para os alunos as características auditivas que são esperadas para uma voz rugosa?	Respostas não específicas ao definir características auditivas ou definem correlatos anatomofisiológicos: “Irregularidade vibratória”, “ruído”, “voz suja”, “presença de areia”
21 [#]	Como você define para os alunos as características auditivas que são esperadas para uma voz soprosa?	Respostas faziam referência a: “Qualquer escape de ar audível durante a produção vocal”
22 [#]	Como você define para os alunos as características auditivas que são esperadas para uma voz tensa?	Respostas não específicas ao definir características auditivas ou definem correlatos anatomofisiológicos: “Sensação de aperto”, “esforço vocal”, “hiperfunção vocal”
23	Quantas horas de treinamento você considera que seriam suficientes para melhorar o desempenho (taxa de acertos) e a confiabilidade dos alunos na análise perceptivo-auditiva?	Até 4 horas (n=3, 13,6%) Entre 5 e 8 horas (n=5, 22,7%) Mais de 8 horas (n=14, 63,3%)
24	Você utiliza algum tipo de jogo ou simulador para TPA?	Sim (n=1, 4,5%) Não (n=21, 95,5%)

Legenda: * Quesito permite a marcação de mais de uma resposta; ** Neste quesito são apresentados os níveis mais citados para 1º, 2º e 3º lugar do treinamento; # Quesitos subjetivos que permitiam os respondentes formularem suas respostas.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

Cerca de 59,1% dos entrevistados (n=13) não fazem avaliação da confiabilidade dos juízes após o TPA. Dentre os que avaliam a confiabilidade após o TPA, os métodos citados foram: teste de concordância inter e intra-avaliador; observação e discussão das avaliações; Prova (avaliação formal). Desses, 22,7% (n=5) referem ter dificuldade para a avaliação do efeito do TPA pela falta de parâmetros para comparação, falta de instrumentos calibradores para treino e porque o procedimento com teste estatístico é inviável de ser realizado durante o TPA (Quadro 6).

Mais da metade dos entrevistados (n=13, 59,1%) que utilizam os instrumentos CAPE-V e EDV considera como correta a avaliação que coincide com os valores do juiz de referência ou está 10 mm para mais ou para menos

desse valor. Entre os entrevistados que utilizam a escala GRBAS, 50%(n=10) considera como correta a avaliação que coincide com o grau atribuído pelo juiz de referência e a outra parte (n=10, 50%) admite um grau para mais ou para menos. O TPA é considerado muito importante na formação inicial do aluno de Fonoaudiologia para 86,4% (n=19) dos entrevistados (Quadro 7).

Quadro 7: Respostas dos docentes sobre a realização do TPA – Bloco 2 (Avaliação do efeito do TPA).

BLOCO 4) Avaliação do efeito do TPA		
Quesitos		Respostas
25	Você realiza prova prática após o treinamento para avaliar o desempenho do aluno na tarefa de análise perceptivo-auditiva?	Sim (n=10, 45,5%) Não (n=12, 54,5%)
26	Você usualmente faz a avaliação da confiabilidade dos alunos na análise perceptivo-auditiva após o TPA?	Sim (n=9, 40,9%) Não (n=13, 59,1%)
27 [#]	Como você avalia o efeito do TPA sobre o desempenho e a confiabilidade do aluno?	“Teste de concordância inter e intra-avaliador; observação e discussão das avaliações; Prova”
28	Você tem dificuldade para avaliar o efeito do TPA? (Caso não faça a avaliação do efeito do treinamento, marque "NA")	Sim (n=5, 22,7%) Não (n=6, 27,3%) Não avaliam (n=11, 50%)
29 [#]	Pode referir alguma(s) dificuldade(s) para avaliar o efeito do TPA?	“Falta de parâmetro para comparação; Falta de instrumentos calibradores para treino; Procedimento trabalhoso com teste estatístico”
30	Como você define o "acerto" do aluno quanto ao grau geral do desvio vocal usando o CAPE-V ou a EDV?	Quando a marcação do CAPE-V ou EDV coincide com os valores do juiz de referência ou está 10 mm para mais ou para menos desse valor (n=13, 59,1%) Quando a marcação do CAPE-V ou EDV coincide com os valores do juiz de referência ou está 5 mm para mais ou para menos desse valor (n=2, 9,1%) Quando a marcação do CAPE-V ou EDV coincide com os valores do juiz de referência, sem margens de erro (n=2, 9,1%)

		Não utilizo o CAPE-V ou EDV (n=5, 22,7%)
31	Como você avalia o acerto do aluno na avaliação do grau geral, caso use a escala GRBAS?	Quando coincide (n=10, 45,5%) Quando coincide ou está um grau para mais ou para menos (n=10, 45,5%) Não utilizo a GRBAS (n=2, 9%)
32	O quanto considera que o TPA é importante na formação inicial do aluno de Fonoaudiologia em uma escala de 0 – (não é importante) a 5 – (Muito importante)?	5 (n=19, 86,4%) 4 (n=2, 9,1%) 3 (n=1, 4,5%)

Legenda: # Quesitos subjetivos que permitiam os respondentes formularem suas respostas.

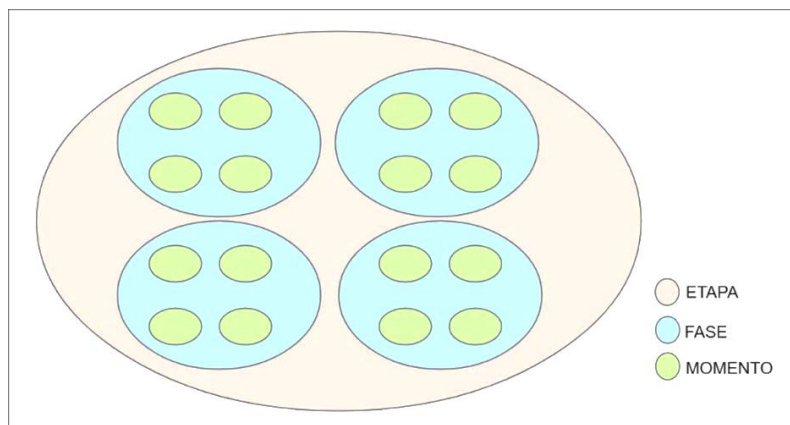
Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

4.2 DEFINIÇÃO DA ESTRUTURA DO TREINAMENTO, MÉTRICAS E MODELO DE DECISÃO PARA AVALIAÇÃO DO USUÁRIO

A partir dos resultados da primeira fase, da consulta a literatura da área e das discussões sobre a proposta do simulador foi definida a estrutura do TPA, as métricas de avaliação e o modelo de decisão implementado no ST. Este modelo de decisão é formado por um SBR capaz de avaliar e conduzir o usuário durante o TPA.

Para facilitar o entendimento da proposta do ST, alguns termos utilizados neste trabalho são explicados a seguir. O termo “Etapa” corresponde ao conjunto de fases que possuem o mesmo objetivo de treinamento. O termo “Fase” corresponde a uma parte de uma Etapa que possui características próprias, mas que possuem o mesmo objetivo de treinamento da etapa que está inserida. O termo “Momento” corresponde as partes de uma fase, no qual tarefas diferentes são executadas de acordo com o momento da fase em que o usuário se encontra (Figura 2).

Figura2: Relação entre Etapa, Fase e Momento.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

Com a finalidade de facilitar a compreensão, a seguir, são abordados três tópicos sobre a planejamento do ST. São eles: Funcionamento e estrutura do TPA; Definição de variáveis; e Modelo de decisão.

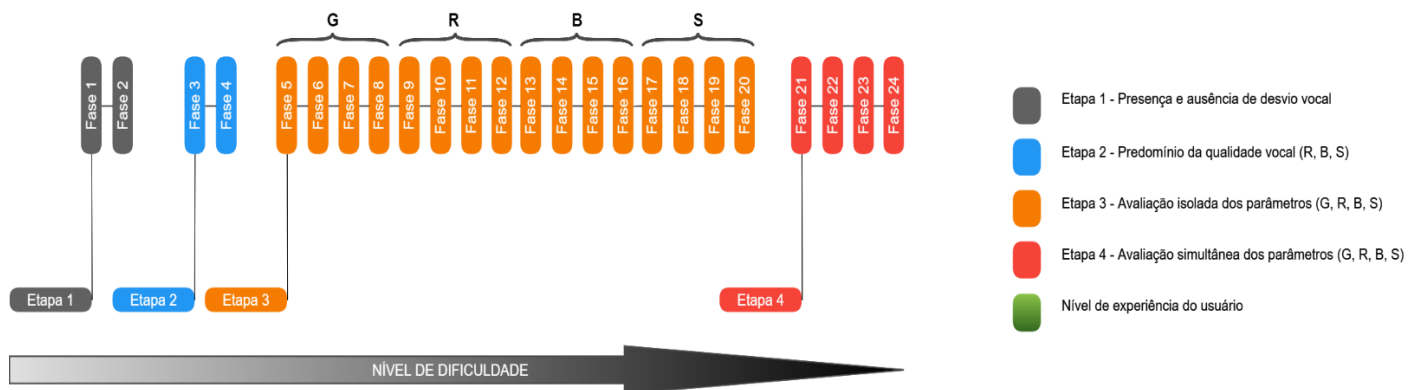
I.Funcionamento e estrutura do TPA

Antes de iniciar o TPA no ST, o usuário realiza um cadastro e assina o TCLE (Apêndice 2). O cadastro é simples e necessita de informações como o nome do usuário, idade, grupo que compõe (aluno ou profissional) e seu nível de experiência com APA. O nível 1 (iniciante) corresponde aos juízes que nunca participaram do TPA e não possuem experiência com APA. O nível 2 (intermediário) corresponde a juízes que já receberam TPA e possuem experiência de até cinco anos com APA. Já o nível 3 (avançado) diz respeito aos juízes que já receberam TPA e possuem experiência de mais de cinco anos com APA.

De acordo com a pesquisa com os docentes, o TPA deve iniciar pelo treinamento da presença e ausência de desvio vocal, seguido pelo predomínio do desvio vocal e por último o Grau Geral do desvio vocal (G) e os graus de Rugosidade (R), Soprosidade (B) e Tensão (S). Sendo assim, foram desenvolvidas 4 etapas de treinamento com nível de dificuldade crescente e que possuem objetivos diferentes. Ao final da etapa 1 o usuário deverá ser capaz de identificar vozes com e sem desvio vocal. Ao final da etapa 2 o usuário deverá ser capaz de identificar qual o tipo de alteração vocal predominante. Ao final da

etapa 3 o usuário deverá ser capaz de quantificar a intensidade dos desvios vocais, isoladamente. Por último, ao final da etapa 4 o usuário deverá ser capaz de realizar todas as tarefas executadas anteriormente, mas agora ao mesmo tempo, como é realizado na clínica vocal rotineiramente (Figura 3).

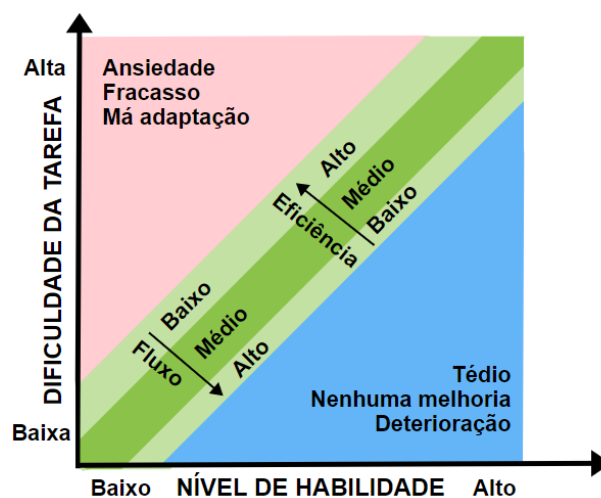
Figura 3: Composição das etapas e nível de dificuldade.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

A divisão em etapas deste baseado na dificuldade gradativa, que aumenta ao passo que a habilidade do usuário avança no treinamento. Este princípio é baseado no estado de fluxo de Dörner *et al.*, (2016) que busca manter o equilíbrio entre o aumento gradativo do nível de dificuldade, de acordo com a melhora da habilidade do usuário, seguindo a variação dentro de um patamar de equilíbrio (Figura 4). Esta variação permite que a simulação não se torne desestimulante.

Figura 4: Gráfico do Estado de Fluxo, adaptado de Dörner *et al.*, (2016)



Fonte: Dörner *et al.*, (2016) (adaptado)

Cada etapa é subdividida em fases e estas fases também possuem níveis de dificuldade crescente. A primeira etapa é formada por duas fases com o mesmo objetivo (treinar a classificação da presença/ausência de desvio vocal) mas que utilizam estímulos diferentes. Na primeira fase, as vozes utilizadas são sintetizadas, o que facilita o julgamento do usuário por ser possível controlar os parâmetros de produção da voz. Na segunda fase as vozes são humanas, tornando-se mais difíceis de serem avaliadas (BISPO, YAMASAKI, PADOVANI, BEHLAU, 2022). A segunda etapa também é composta por duas fases e segue a mesma divisão de vozes (sintetizadas e humanas) que na primeira etapa (Figura 4).

A terceira etapa possui 16 fases com o objetivo de treinar a avaliação dos parâmetros G, R, B e S separadamente e seguem a seguinte ordem de dificuldade para o treinamento de cada parâmetro: vozes sintetizadas unidimensionais (alteração evidente apenas em um parâmetro vocal); vozes sintetizadas multidimensionais (alteração difusa em mais de um parâmetro); vozes humanas unidimensionais e vozes humanas multidimensionais (Figura 4). A escolha destes tipos de sinais de vozes foi baseada no conhecimento disposto na literatura sobre o TPA (WALDEN; KHAYUMOV, 2020; YAMASAKI; GAMA, 2019).

A quarta etapa possui quatro fases e segue a mesma ordem de dificuldade que na terceira etapa: vozes sintetizadas unidimensionais (alteração evidente apenas em um parâmetro vocal); vozes sintetizadas multidimensionais (alteração difusa em mais de um parâmetro); vozes humanas unidimensionais e vozes humanas multidimensionais. Porém, em todas as fases, o usuário deve realizar a avaliação dos parâmetros GRBS de forma simultaneamente.

Figura 5: Tipos de vozes e nível de dificuldade das fases.



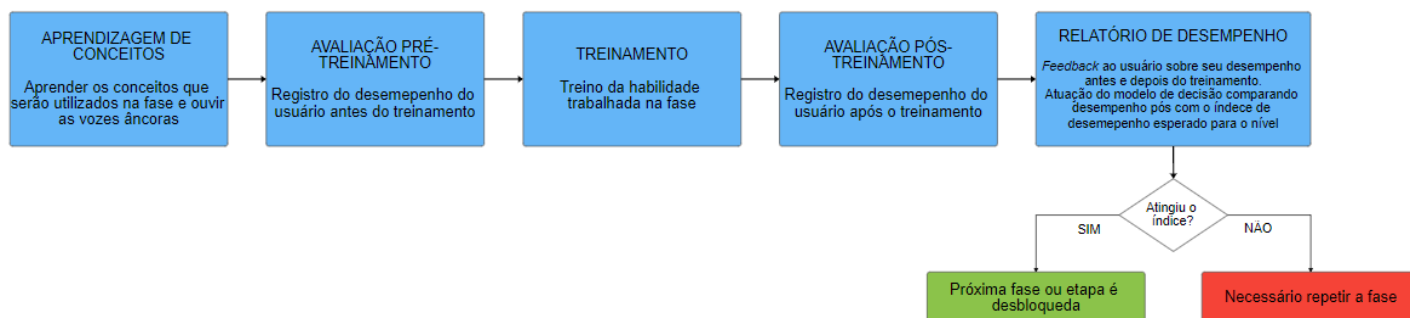
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

Cada fase de treinamento é composta por cinco momentos. Sendo: 1) Aprendizagem de conceitos; 2) Avaliação inicial do usuário; 3) Treinamento; 4) Avaliação do efeito do treinamento; e 5) Relatório de desempenho.

O primeiro momento é destinado a explicação do objetivo da fase, dos conceitos que são utilizados na fase em questão e a apresentação de vozes âncoras, que servem como referência de apoio para os julgamentos dos usuários. O segundo momento tem o objetivo de analisar o desempenho do usuário antes de iniciar o treinamento propriamente dito. O usuário será avaliado de acordo com o que aprendeu no momento anterior. O terceiro momento é destinado ao treinamento propriamente dito. Neste momento, o usuário realiza o julgamento das vozes e recebe *feedback* da sua avaliação. Acerto significa concordância entre a avaliação do usuário e a avaliação dos especialistas e erro significa discordância entre as avaliações. O quarto momento tem o objetivo de analisar o desempenho do usuário depois de ter recebido o treinamento propriamente dito. No quinto momento o usuário recebe o seu relatório de

desempenho que é baseado em medidas de acurácia e concordância interna. De acordo com o seu desempenho, o usuário recebe *feedback* e pode desbloquear uma nova fase ou repetir a fase em que se encontra (Figura 6).

Figura 6: Ilustração da composição dos momentos de cada fase.



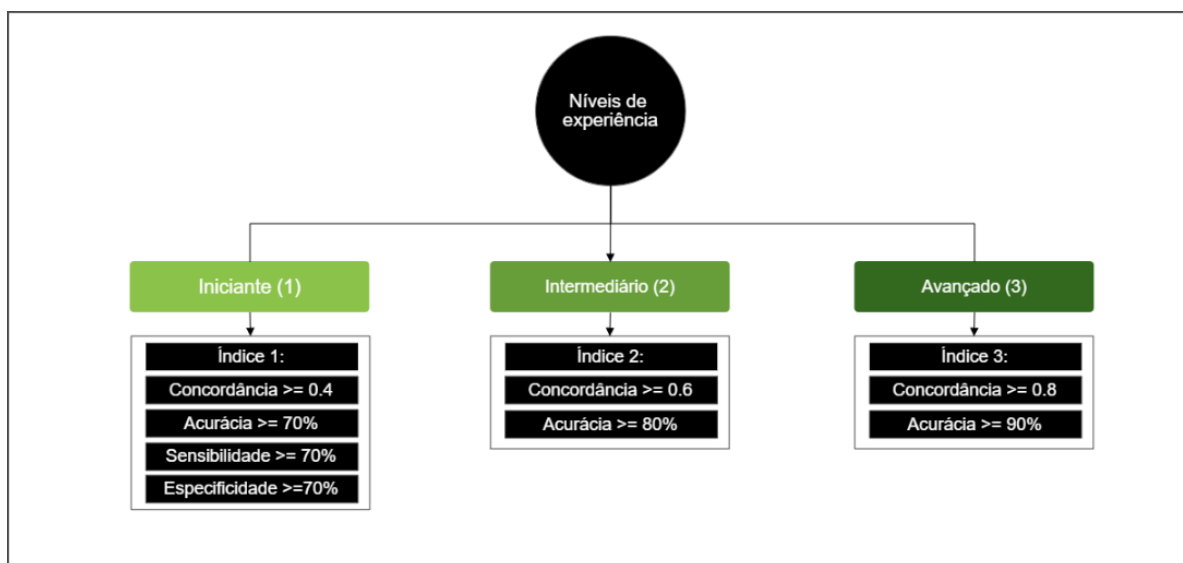
Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

O desempenho do usuário é avaliado de acordo com o nível de experiência escolhido no cadastro. Cada nível de experiência possui um índice de métricas que devem ser atingidas pelo desempenho do usuário. Nos casos em que este índice não for atingido o usuário poderá ter seu índice decrementado ou ser redirecionado para alguma etapa anterior.

Para o nível iniciante, foram adotados os valores aceitáveis mais baixos de concordância ($\geq 0,40$), acurácia, sensibilidade e especificidade ($\geq 70\%$). Para o nível avançado, foram adotados os valores mais altos de concordância ($\geq 0,80$) e acurácia ($\geq 90\%$). Para o nível intermediário, foram adotados os valores interpostos entre iniciante e avançado (concordância $\geq 0,60$ e acurácia $\geq 80\%$) (Figura 7). Essas definições foram adotadas de acordo com o estudo de Alves (2019) e pela experiência dos especialistas entrevistados. Posteriormente, em outros estudos, estes índices poderão ser modificados e ajustados baseados nos resultados obtidos com o uso deste ST.

As medidas de acurácia e concordância são importantes porque definem a qualidade de uma avaliação diagnóstica, seja realizada por um instrumento ou por um profissional. Para que sua qualidade seja validada as avaliações realizadas precisam ser consistentes e assertivas (MIOT, 2016; GAMA, 2020).

Figura 7: Níveis de experiência e índices para avaliação de desempenho.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2021.

II. Definição de variáveis

As informações sobre as variáveis dependentes e independentes inerentes ao presente estudo são apresentadas, a seguir:

Quadro8: Definição de variáveis.

Posição	Nome	Descrição	Natureza	Categorias/Escala de mensuração
Independente	Nível de experiência*	Experiência declarada pelo usuário no momento do cadastro	Categórica Ordinal	Três níveis de experiência: Iniciante, Intermediário e Avançado
Independente	Presença desvio vocal	Avaliação da presença/ausência de desvio vocal	Categórica Nominal	Marcação: Normal ou Alterada
Independente	Predomínio do desvio vocal	Avaliação do tipo de desvio vocal predominante	Categórica Nominal	Marcação: Normal, Rugosa, Soprosa ou Tensa
Independente	Graus de alteração	Avaliação dos graus G, R, B, S	Categórica Ordinal	Uso da escala GBRS: 0, 1, 2, 3 (normal, leve, moderado e intenso)
Independente	Tipo de voz	Natureza das vozes	Categórica Nominal	Vozes sintetizadas ou humanas
Dependente	Acurácia*	Taxa de acerto dos usuários	Quantitativa Contínua	Uso de taxa de acertos
Dependente	Confiabilidade*	Consistência da avaliação dos usuários	Quantitativa Contínua	Coeficiente Kappa
Dependente	Sensibilidade*	Identificação de desvio vocal para	Quantitativa Contínua	Excelente, boa, aceitável, pobre, sem capacidade

		vozes realmente desviadas		de discriminação aceitável
Dependente	Especificidade*	Identificação de normalidade para vozes realmente normais	Quantitativa Contínua	Excelente, boa, aceitável, pobre, sem capacidade de discriminação aceitável

Legenda: * Variáveis utilizadas no modelo de decisão para avaliação do desempenho do usuário.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

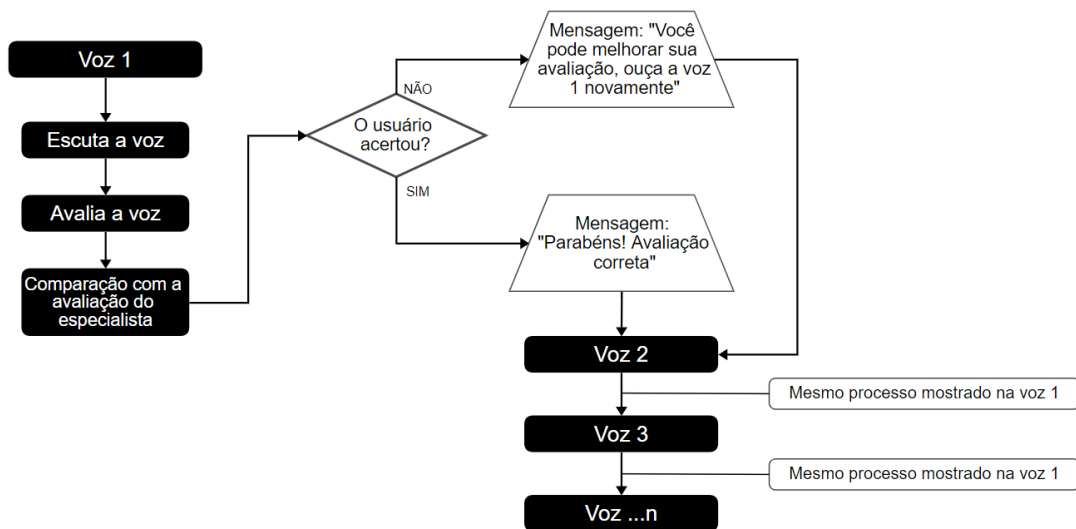
As variáveis utilizadas para a avaliação do desempenho do usuário são a acurácia, confiabilidade, sensibilidade e especificidade.

III. Modelo de decisão

O simulador de treinamento contém um modelo de decisão formado por um SBR. Este modelo consegue guiar o usuário durante o TPA e avaliar o efeito do treinamento sobre o seu desempenho. As regras para o modelo de decisão para erro e acerto foram definidas a partir da avaliação de um especialista. As regras para avanço de fases foram definidas pela literatura e entrevista com os docentes.

Nos momentos “avaliação pré-treinamento”, “treinamento” e “avaliação pós-treinamento”, as avaliações realizadas pelo usuário são comparadas com a avaliação do especialista armazenada no sistema. A partir desta comparação duas conclusões são possíveis: acerto (quando houver concordância entre as avaliações) ou erro (quando as avaliações forem discordantes). Se, durante o momento “treinamento”, o usuário erra a sua avaliação, ouvir a voz novamente passa a ser um pré-requisito para seguir para a avaliação da próxima voz. Caso o usuário acerte, torna-se facultativo ouvir a voz novamente para seguir para a próxima voz (Figura 8).

Figura 8: Regra para o momento “treinamento”.



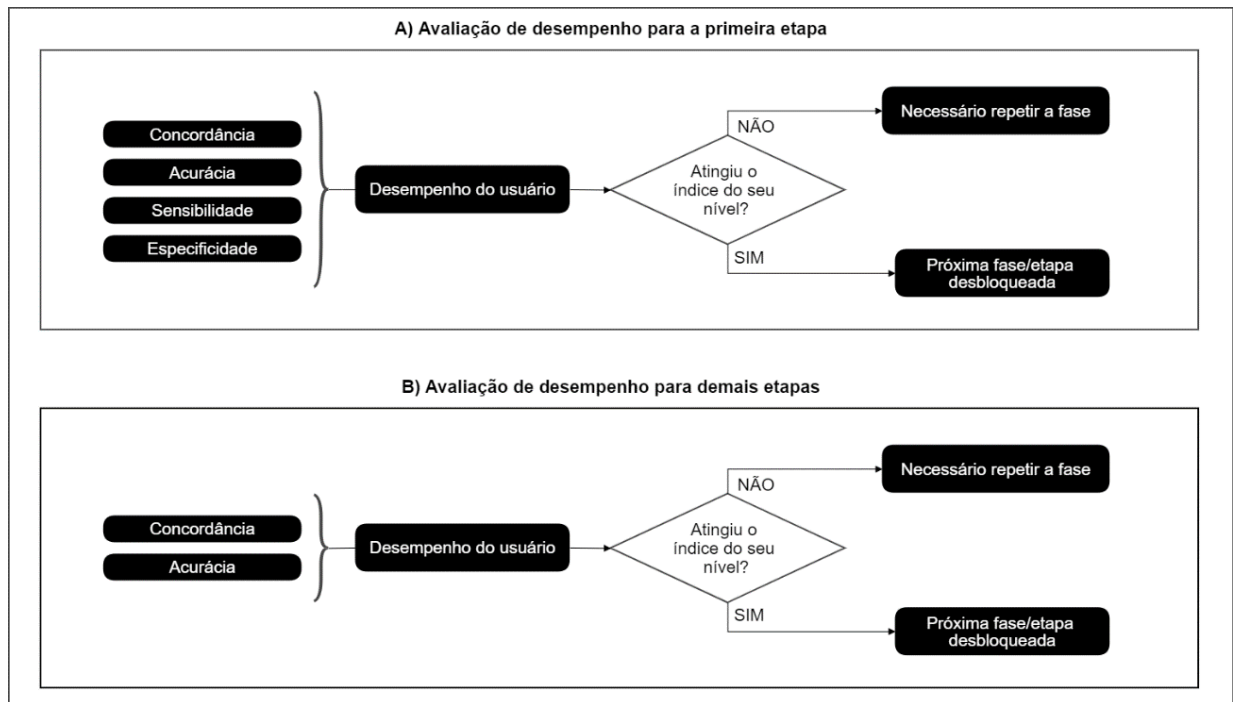
Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2021.

Para a avaliação do desempenho do usuário e a decisão sobre a progressão do usuário entre as fases de treinamento são analisadas as seguintes variáveis: o nível de experiência (1, 2 ou 3), acurácia, concordância intra-avaliador, sensibilidade e especificidade.

Na primeira etapa, o desempenho do usuário é avaliado conforme a interação das variáveis concordância intra-avaliador, acurácia, sensibilidade e especificidade, por tratar-se de uma classificação binária (presença ou ausência de desvio vocal). Nas demais etapas, a avaliação do desempenho será feita a partir da análise da concordância intra-avaliador e acurácia (taxa de acerto entra a comparação do usuário e a avaliação dos especialistas implementada no simulador).

De acordo com a regra implementada no ST, caso o usuário atinja o seu índice de desempenho uma nova fase ou etapa será desbloqueada. Caso contrário, o usuário deverá repetir o treinamento da fase em que se encontra (Figura 9).

Figura 9: Regra para avaliação do desempenho do usuário e desbloqueio de fases.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2021.

4.3 IMPLEMENTAÇÃO DO ST E TESTE DE SIMULAÇÃO DE PERFIS

O ST ao qual este trabalho se refere foi nomeado como “Ouvindo Vozes”, por se tratar de um TPA realizado a partir da escuta de vozes com diferentes tipos e graus de desvio da qualidade vocal.

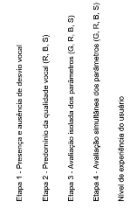
Para a facilitar a organização das informações relevantes para a implementação do Ouvindo Vozes foi produzido um fluxograma que indica a trajetória do usuário no ST de acordo com o seu nível de experiência e envolve todas as definições vistas anteriormente, como: a divisão das etapas e objetivos do TPA; divisão das fases; níveis de experiência do usuário; índice de avaliação e medidas utilizadas; e a tomada de decisão ao término de cada fase treinada (Figura 10).

Os usuários com nível de experiência “iniciante” começam o treinamento pela etapa 1 (Presença e ausência de desvio vocal). Já os com nível de experiência “intermediário” ou “avançado”, iniciam o treinamento pela etapa 4 (avaliação completa da GRBS). Esta escolha foi definida porque os usuários

intermediários e avançados já possuem experiência com este tipo de TPA e necessitam aprimorar suas habilidades em situações mais próximas à prática clínica. Entende-se que os usuários que não possuem experiência com este tipo necessitam de experiência mais básicas e isoladas como é proposto nas etapas de 1 a 3.

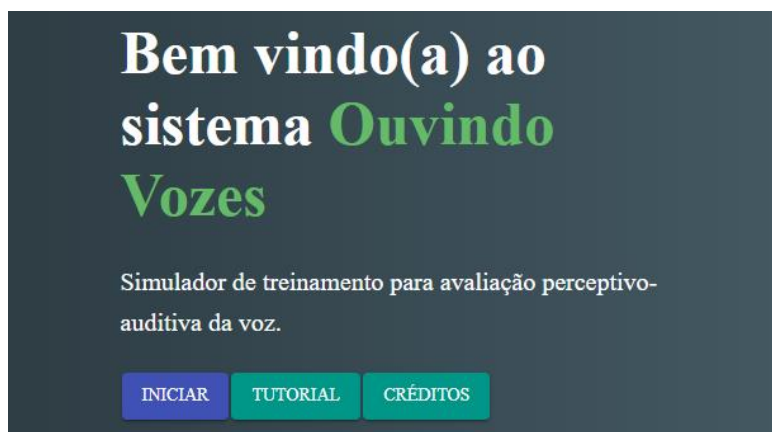
Os usuários “intermediário” e “avançado” que não atingirem o índice de desempenho esperado terão seus índices decrementados e passarão a ser avaliados com índices mais baixos. Se mesmo com o índice mais baixo esses usuários não atingirem o desempenho esperado, eles serão redirecionados às etapas anteriores de acordo com a sua dificuldade (Etapa 2 – Avaliação de predomínio ou Etapa 3 – Avaliação isolada dos parâmetros).

Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2021.



A tela inicial do Ouvindo Vozes conta com um menu no qual o usuário pode escolher entre as opções iniciar, tutorial e créditos (Figura 11). O botão iniciar direciona o usuário para a tela de login, o botão tutorial traz informações relacionadas ao funcionamento do TPA no Ouvindo Vozes e o botão créditos direciona a uma tela com a identificação dos colaboradores envolvidos no processo de criação do Ouvindo Vozes.

Figura 11: Tela inicial.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Na tela de login o usuário pode entrar no sistema Ouvindo Vozes ou realizar seu cadastro, caso seja a primeira vez que utiliza o sistema (Figura 12).

Figura 12: Tela de login.

Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Ao clicar em “não sou cadastrado”, o usuário é direcionado ao formulário de cadastro e deve responder as perguntas a seguir:

Figura 13a: Tela de Cadastro.

Cadastrar

Cadastre-se para acessar a plataforma

Nome

Idade

E-mail
maxsuelalvs@hotmail.com

Grupo
Selecione

Nível de experiência
Selecione

Quantas horas de treinamento em avaliação perceptivo-auditiva você possui?

Você é cantor amador ou profissional?

Não ☒ Sim

Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Figura 13b: Tela de Cadastro.

Possui alguma formação em música?

Não ☒ Sim

Você considera sua voz normal?

Não ☒ Sim

Possui deficiência ou queixa auditiva?

Não ☒ Sim

Tem disponibilidade de tempo para se dedicar ao curso de treinamento auditivo?

Não ☒ Sim

Senha
.....

Confirmar senha

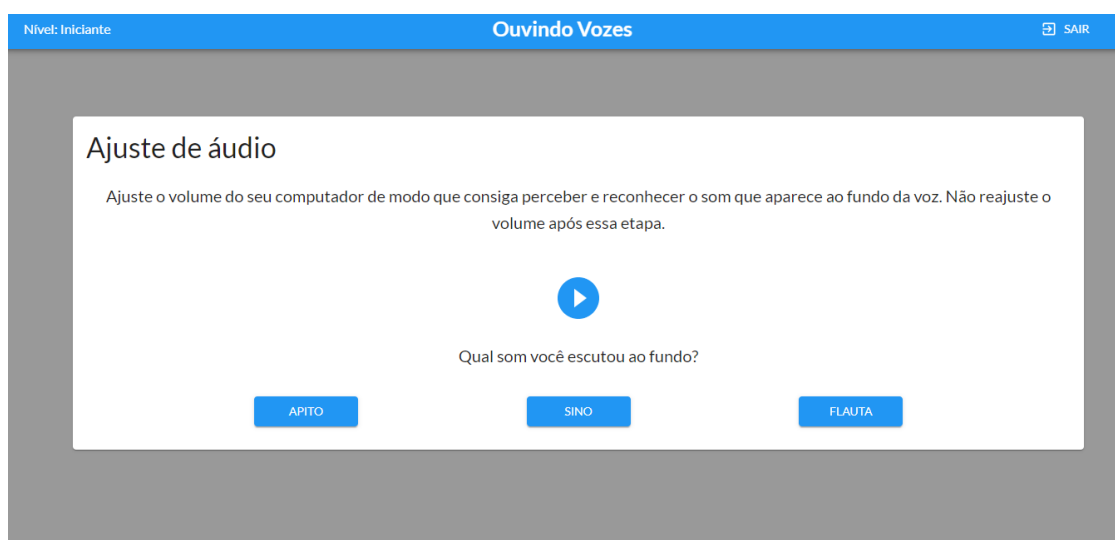
Enviar

[Entrar na plataforma](#)

Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

As informações solicitadas no formulário de cadastro são importantes para estudos futuros que possam fazer associações entre formação musical X TPA, queixa auditiva X TPA, queixa de voz X TPA. Após a conclusão do cadastro o usuário já pode realizar o login com o *e-mail* e senha cadastrados. Em seguida, o usuário tem acesso à tela de calibração do som. Nesta tela o usuário deve ouvir o áudio e selecionar qual o som que ele escuta junto com a voz apresentada (Figura 14).

Figura 14: Tela de Ajuste de áudio.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

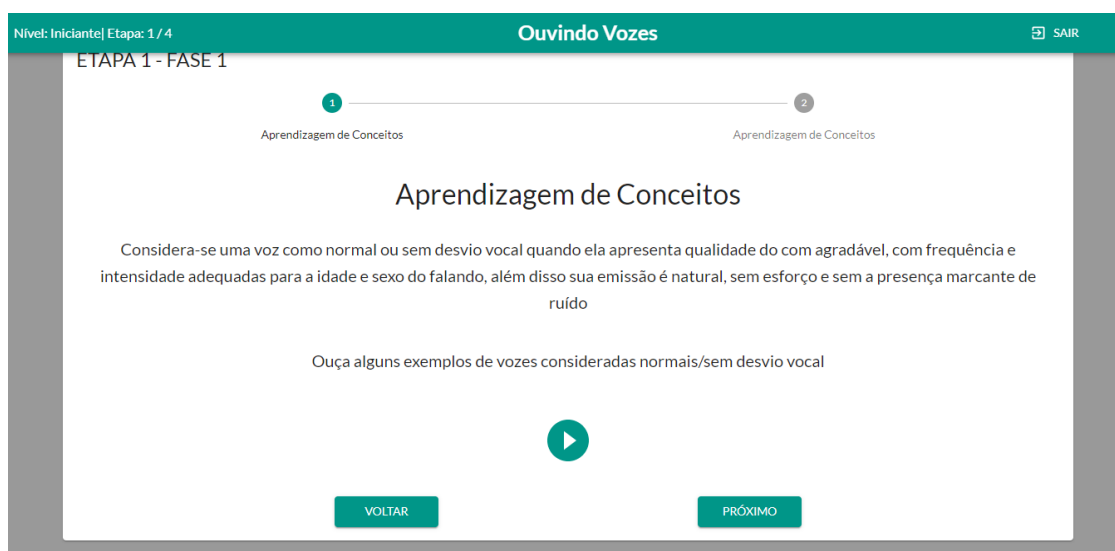
O usuário precisa marcar a opção correta (sino) para poder avançar. Caso ele marque a opção apito ou flauta uma mensagem solicitando o ajuste do áudio é apresentada em tela. Após o ajuste de áudio o usuário inicia o treinamento conforme seu nível de experiência. Os iniciantes começam na etapa 1 e intermediários e avançados na etapa 4.

O Ouvindo Vozes apresenta algumas estratégias com o objetivo de garantir o maior aproveitamento do TPA. Assim, os botões de resposta ou de avançar só se tornam clicáveis após o usuário ouvir o áudio da tela. Dessa forma, evita-se que o usuário avance de forma aleatória no TPA. A barra de progresso durante a simulação do usuário permite que ele se localize durante a simulação, compreendendo o progresso durante o TPA. Ao enviar as suas avaliações, em todas as fases, ele receberá *feedback* que a sua resposta foi registrada, aumentando a consciência do usuário durante as avaliações. Por último, o usuário pode

encerrar a sua simulação a qualquer momento, porém o seu progresso só será registrado no Ouvindo Vozes após o encerramento da fase atual.

Como mencionado nas figuras 4 a etapa 1 possui duas fases de treinamento com o objetivo de treinar a classificação de vozes entre normais e alteradas. Essas fases seguem a mesma estrutura, por isso são apresentadas aqui apenas as telas da primeira fase de treinamento. No primeiro momento, o usuário recebe instruções sobre as características de vozes consideradas normais e alteradas seguido de exemplos que funcionarão como âncoras auditivas para o TPA (Figura 15).

Figura 15: Tela aprendizagem de conceitos (Fase 1).



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

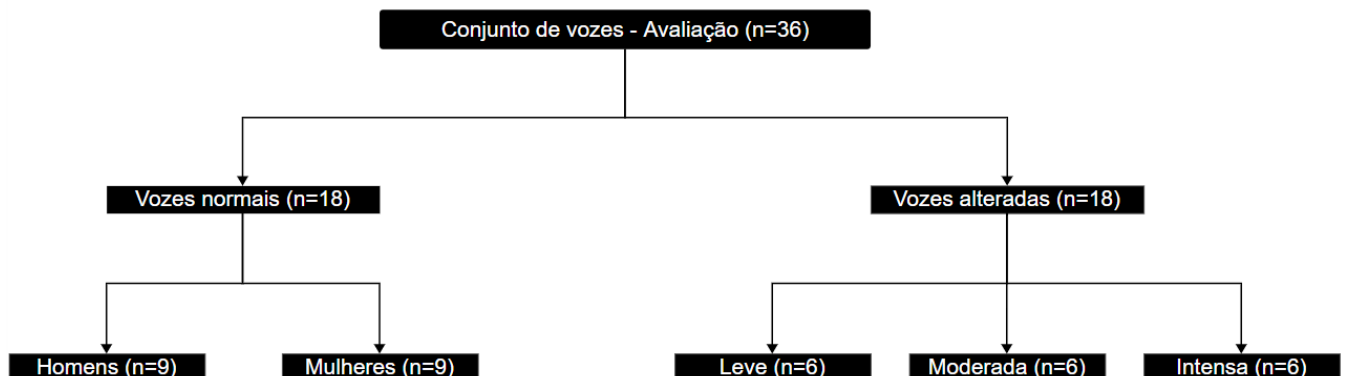
Após o momento de aprendizagem dos conceitos e escuta das vozes âncoras, é iniciado o momento da avaliação inicial do usuário (Figura 15). Neste momento o usuário avalia 36 vozes mais a repetição randomizada de 20%, totalizando 44 avaliações. As vozes utilizadas nesse momento seguem a distribuição indicada na figura 17.

Figura 16: Tela avaliação inicial (Fase 1).



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

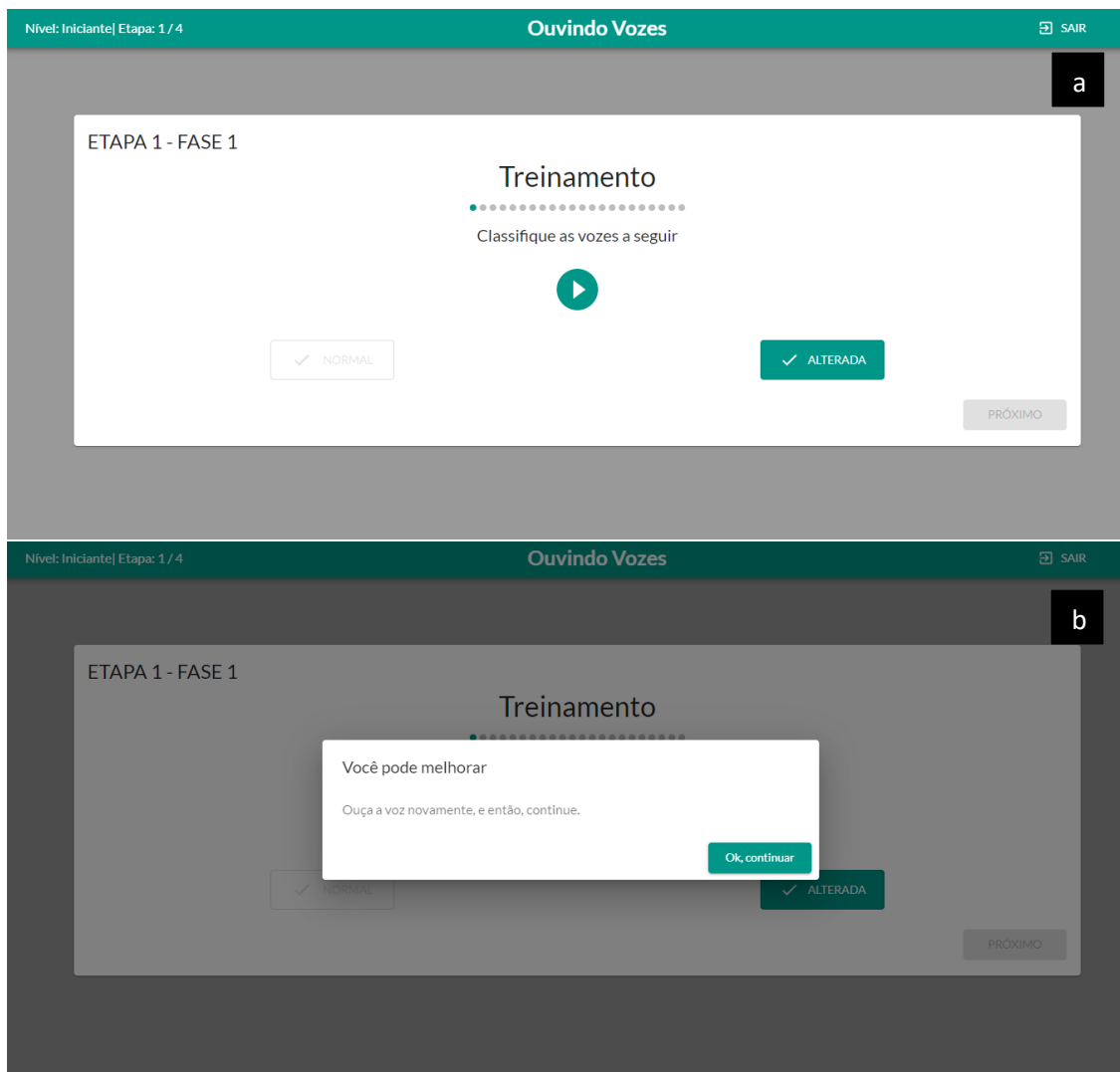
Figura 17: Vozes utilizadas para a avaliação do usuário (Etapa 1).



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2021.

Em seguida, no momento de treinamento, o usuário avalia outras 36 vozes e recebe *feedback* imediato das suas avaliações. As vozes utilizadas neste momento são diferentes das utilizadas anteriormente, mas seguem o mesmo critério de seleção (Figura 16). Quando a avaliação do usuário diverge da avaliação dos especialistas implementada no ST, é obrigatório ouvir a voz novamente para seguir para a próxima voz (Figura 18).

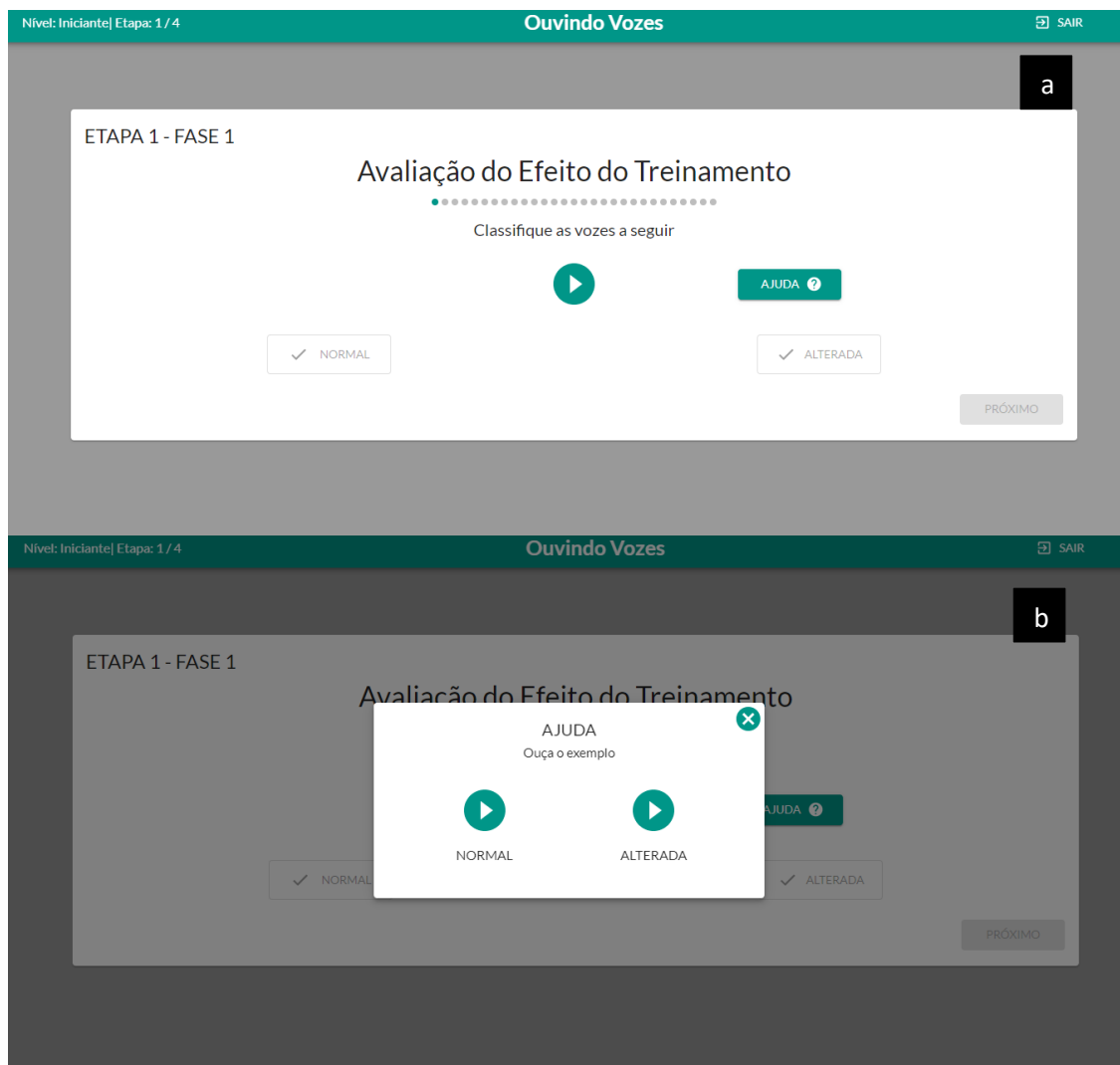
Figura 18: (a) Tela treinamento (Fase 1); (b) Mensagem de aviso de repetição para prosseguir para a próxima avaliação.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Finalizado o momento de treinamento o usuário realiza a avaliação pós-treinamento. Nesse momento são avaliadas as mesmas vozes da avaliação inicial, porém são apresentadas de forma randomizada. Durante a avaliação pós-treinamento o usuário poderá consultar a opção “ajuda” e parear sua avaliação com as âncoras disponibilizadas (Figura 19).

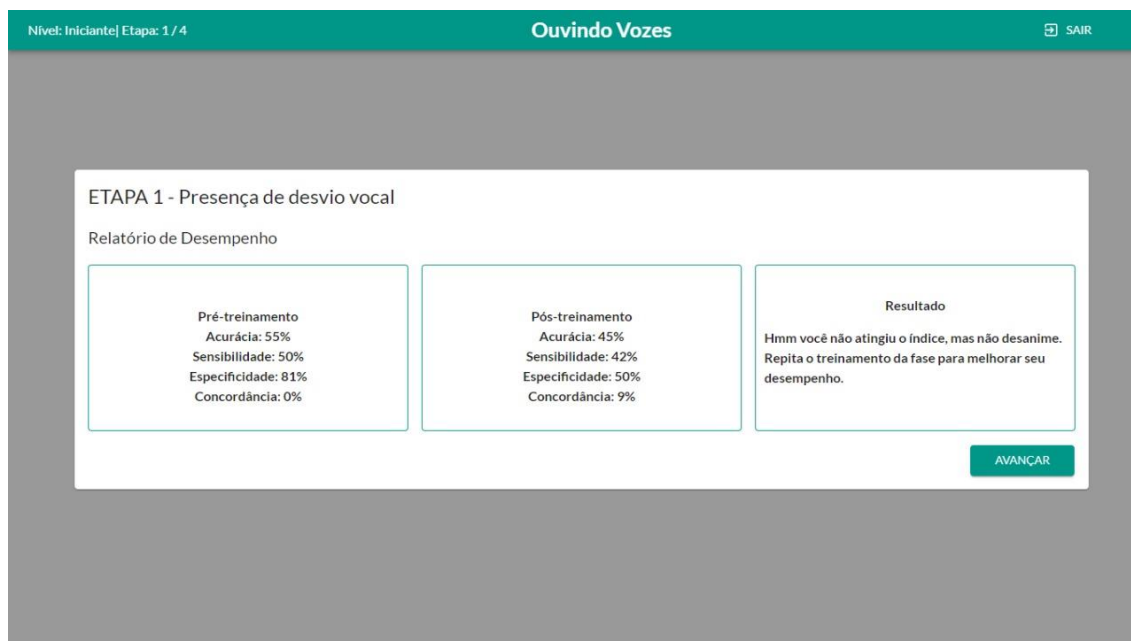
Figura 19: (a) Tela treinamento (Fase 1); (b) Opção de ajuda.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Após a conclusão da avaliação do efeito do treinamento, o usuário recebe o relatório de desempenho. Esse relatório contém as medidas de desempenho esperadas para o nível de experiência do usuário e o desempenho do usuário antes e depois do treinamento, assim como uma mensagem de apoio e incentivo para prosseguir com o treinamento (Figura 20).

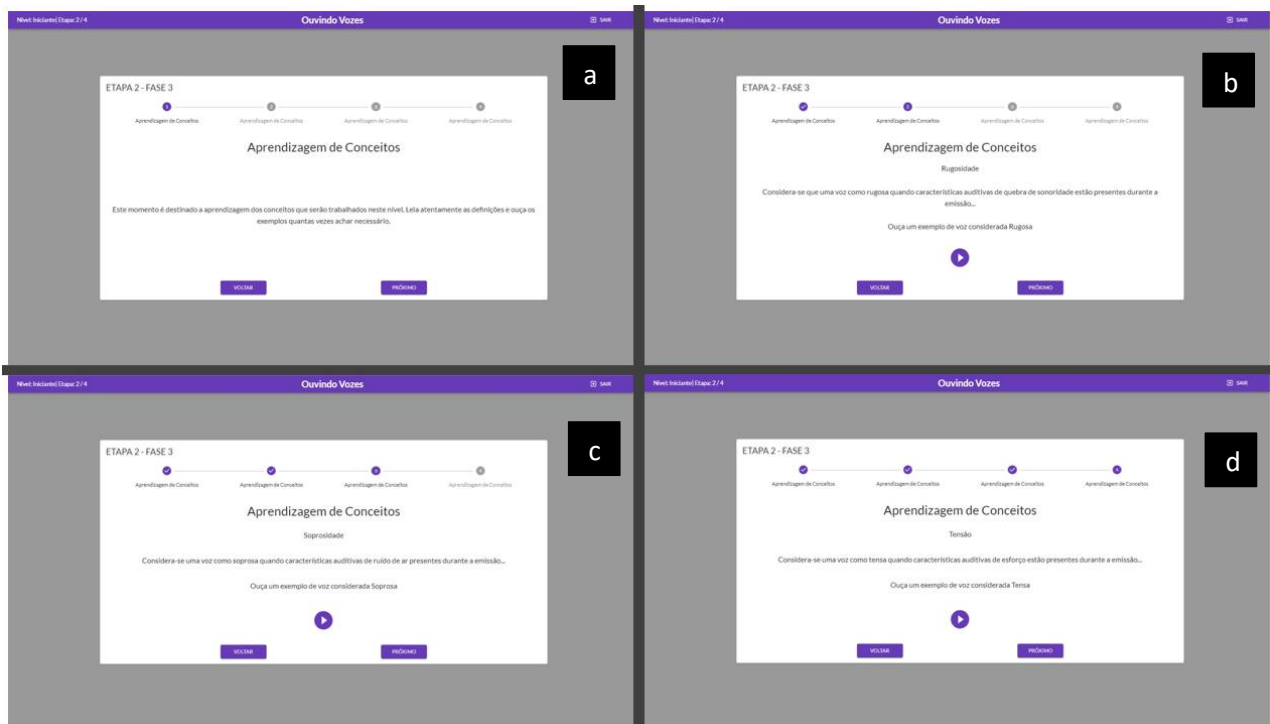
Figura 20: Tela relatório de desempenho (Fase 1) – Sistema Ouvindo Vozes.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

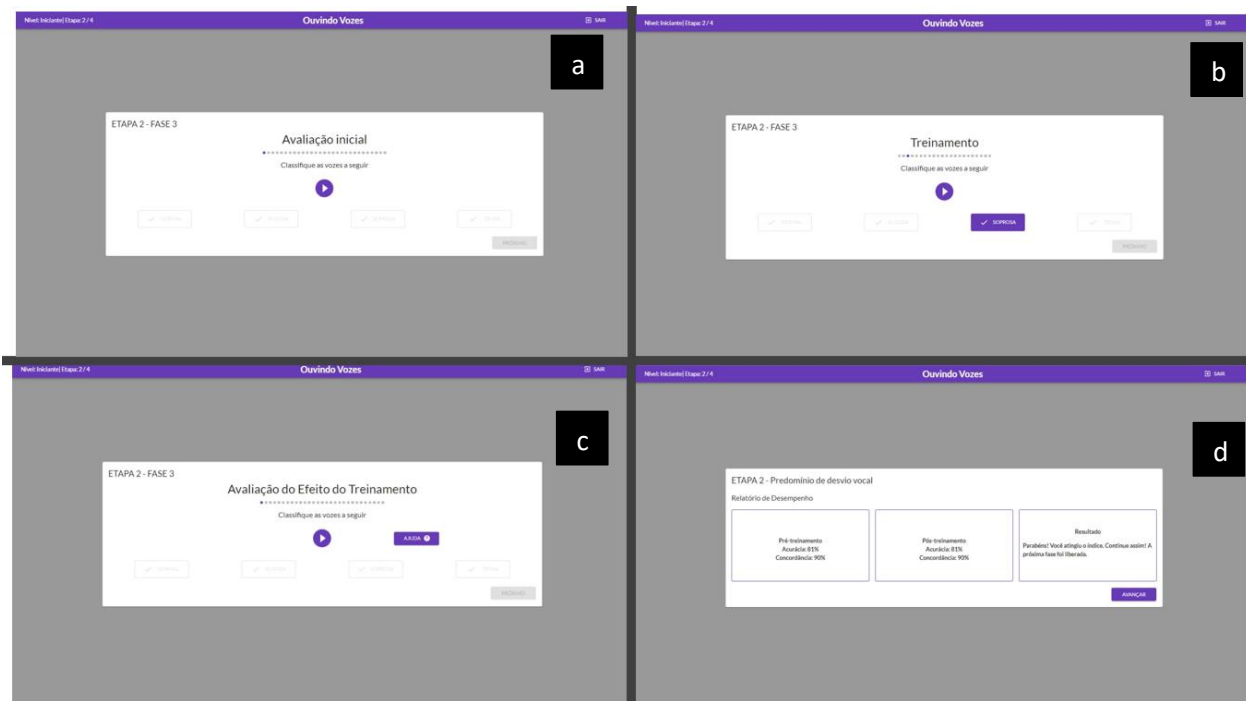
As etapas posteriores seguem a mesma estrutura mencionada na etapa 1, muda-se apenas o objetivo da avaliação e as opções de resposta do usuário. As telas sobre a aprendizagem dos conceitos na etapa 2 são mostradas na figura 21. As telas referentes aos momentos da avaliação inicial, treinamento, avaliação do efeito do treinamento e relatório de desempenho são mostradas na figura 22.

Figura 21: Telas aprendizagem de conceitos (Etapa2/Fase 3) – Sistema Ouvindo Vozes.
(a) inicial; (b) conceito rugosidade; (c) conceito soprosidade; (d) conceito tensão.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

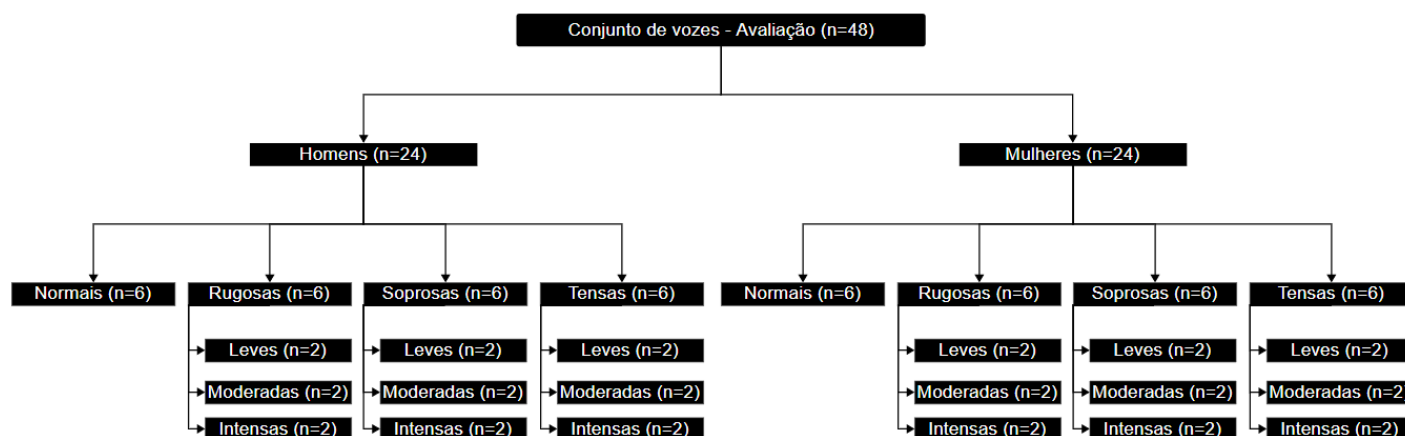
Figura 22: Telas avaliação inicial (a), treinamento (b), avaliação do efeito do treinamento (c) e relatório de desempenho (d) (Etapa 2/Fase 3) – Sistema Ouvindo Vozes.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

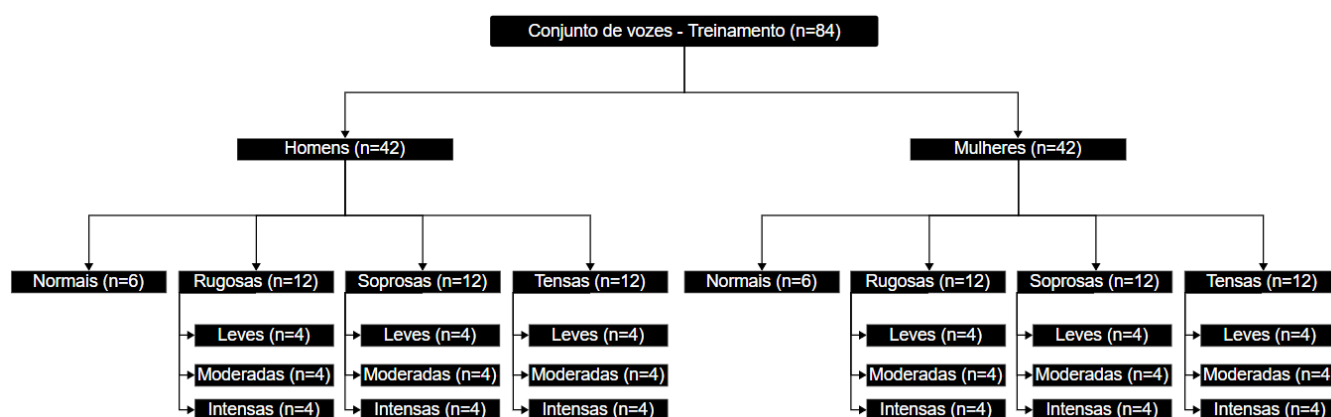
As vozes utilizadas para a avaliação de desempenho do usuário na etapa 2 seguem o estabelecido na figura 23. As vozes utilizadas para treinamento seguem o estabelecido na figura 24.

Figura 23: Vozes utilizadas para a avaliação do usuário pré e pós-treinamento (Etapa 2).



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

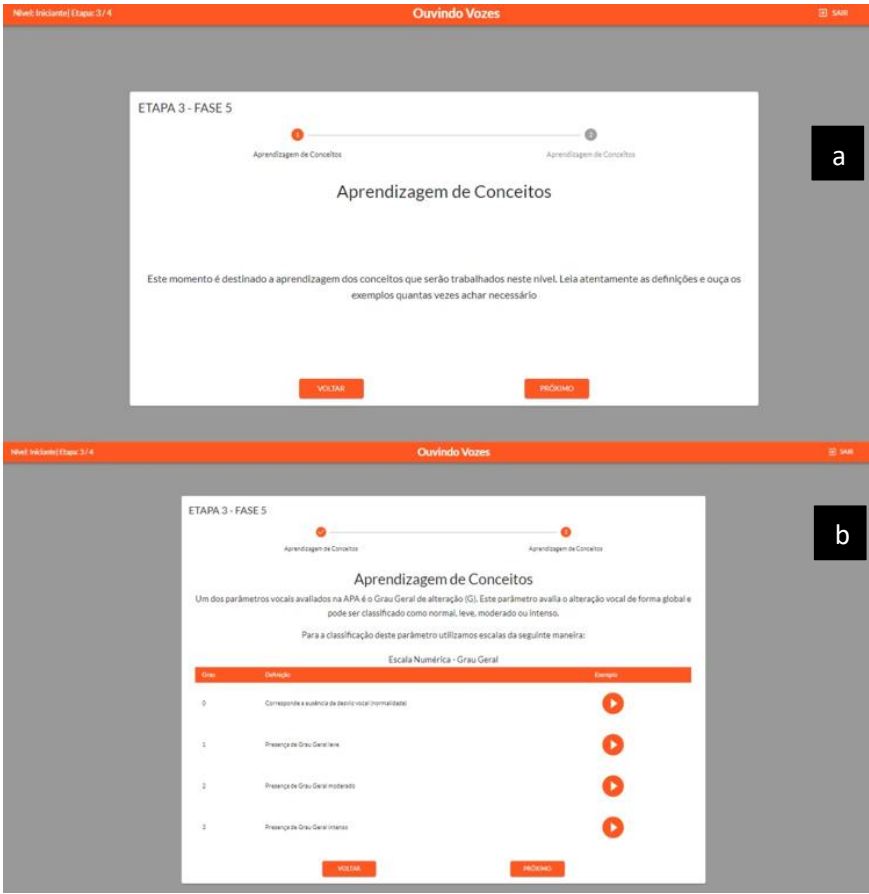
Figura 24: Vozes utilizadas para o treinamento do usuário (Etapa 2).



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

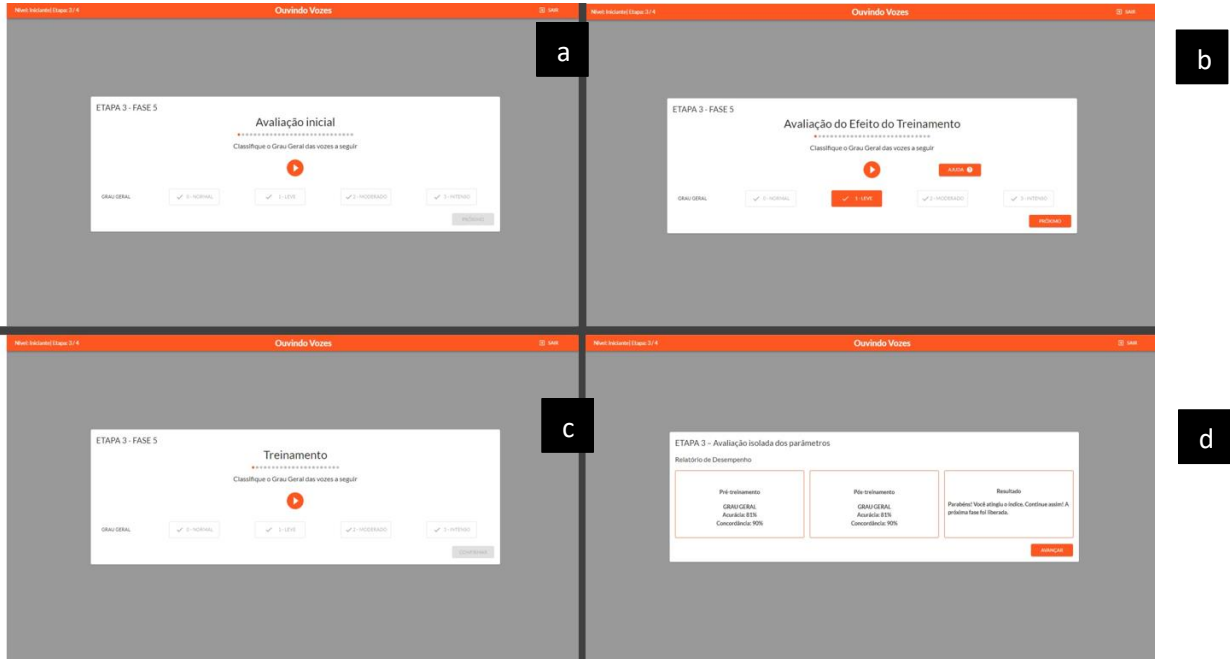
As telas sobre a aprendizagem dos conceitos da etapa 3 são mostradas na figura 25. As telas referentes aos momentos da avaliação inicial, treinamento, avaliação do efeito do treinamento e relatório de desempenho são mostradas na figura 26.

Figura 25: Telas aprendizagem de conceitos (Etapa3/Fase 5) – Sistema Ouvindo Vozes.
(a) inicial; (b) conceitos de graus.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

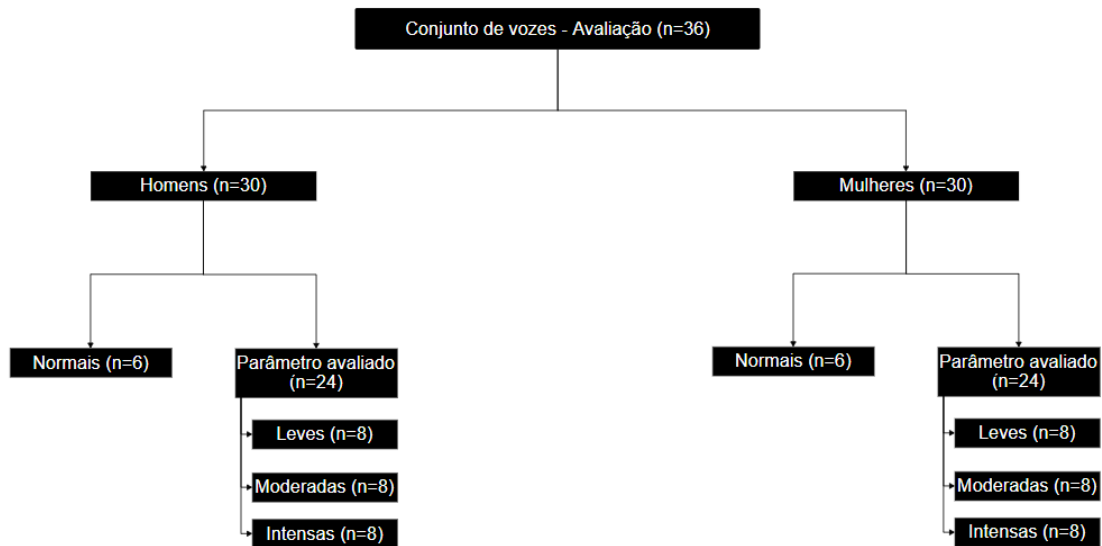
Figura 26: Telas avaliação inicial (a), treinamento (b), avaliação do efeito do treinamento (c) e relatório de desempenho (d) (Etapa 3/Fase 5) – Sistema Ouvindo Vozes.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Na etapa 3 os parâmetros GRBS são avaliados isoladamente. As vozes utilizadas para a avaliação de desempenho do usuário seguem o estabelecido na figura 27 para cada um dos parâmetros. As vozes utilizadas para o treinamento também seguem o estabelecido na figura 27, porém são vozes diferentes.

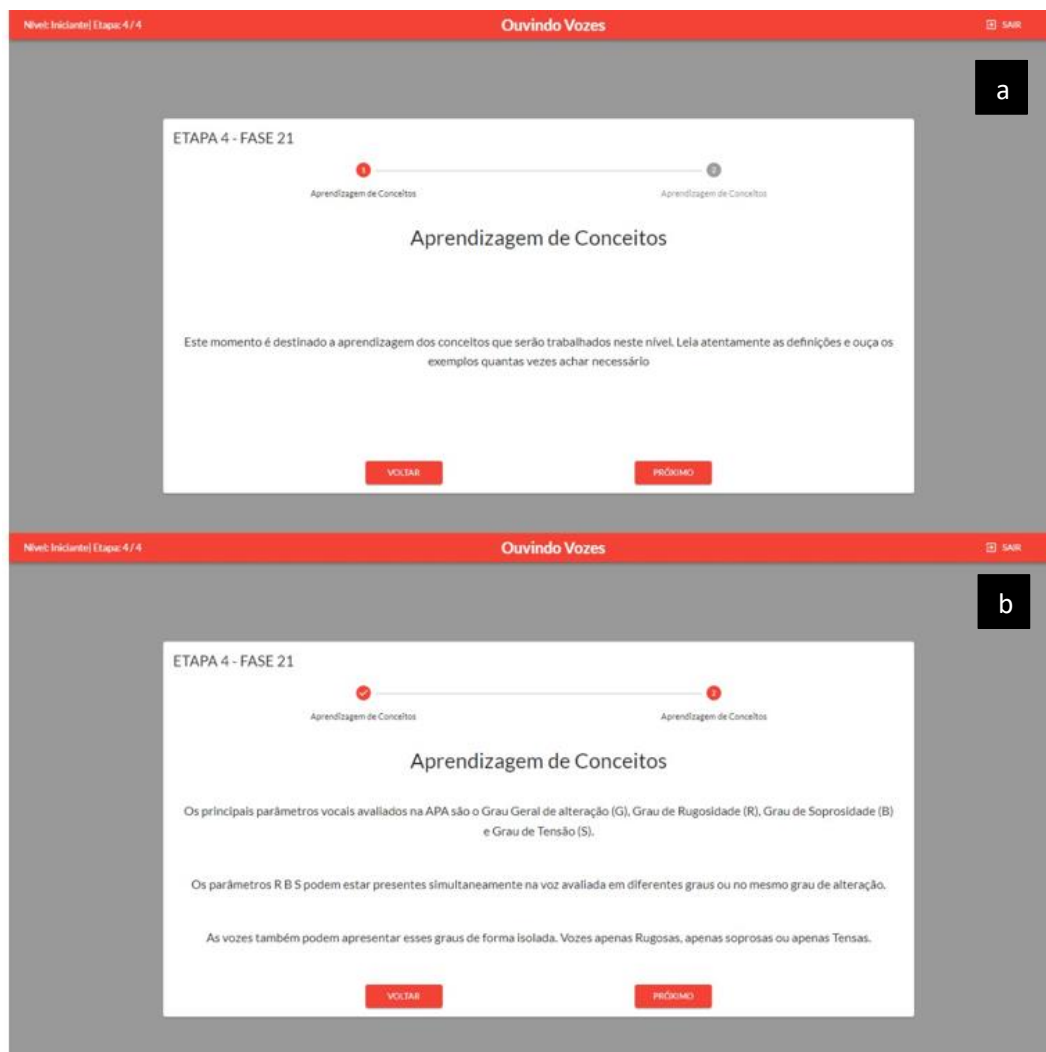
Figura 27: Vozes utilizadas para a avaliação do usuário pré e pós-treinamento (Etapa 3).



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

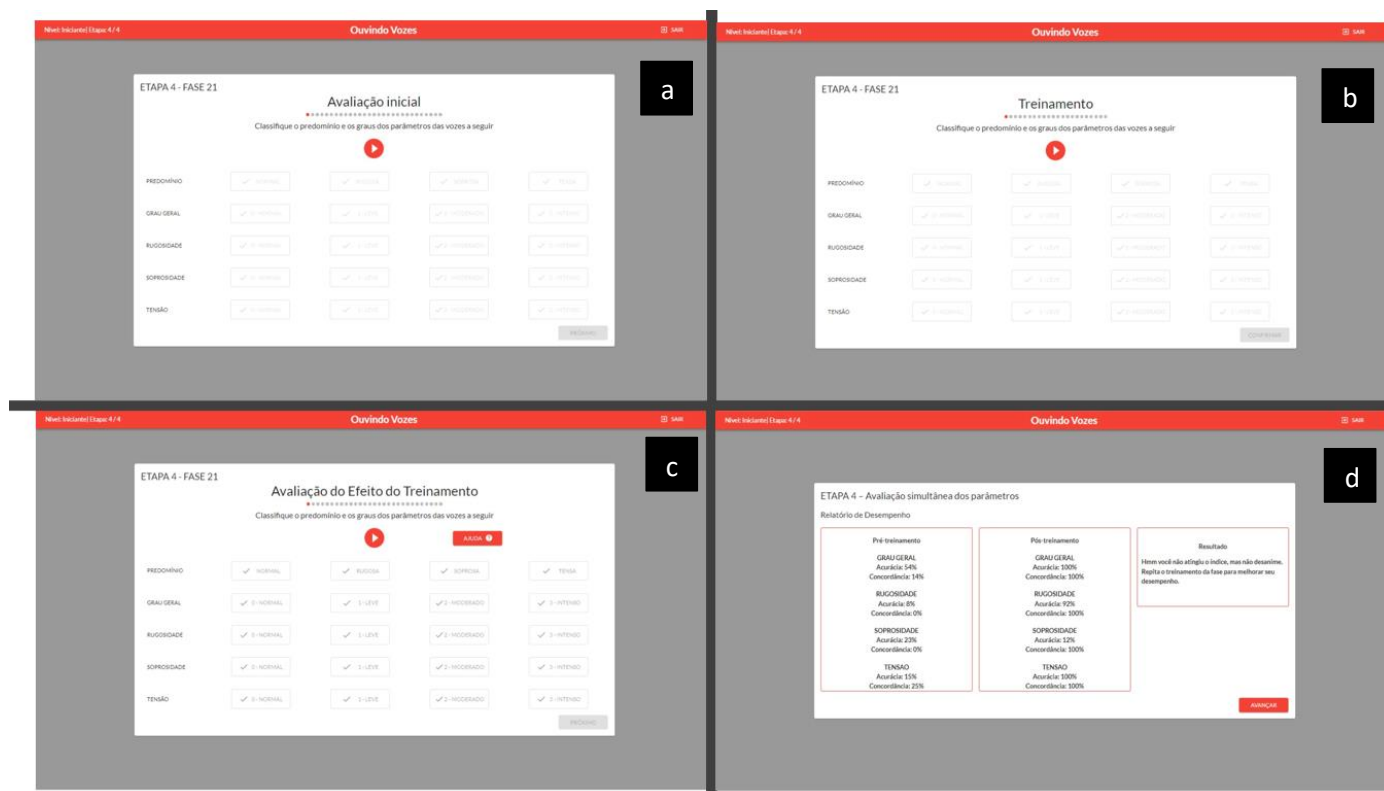
As telas sobre de aprendizagem dos conceitos na etapa 4 são mostradas na figura 28. As telas referentes aos momentos da avaliação inicial, treinamento, avaliação do efeito do treinamento e relatório de desempenho são mostradas na figura 29.

Figura 28: Telas aprendizagem de conceitos (Etapa4/Fase 21) – Sistema Ouvindo Vozes.
(a) inicial; (b) graus simultâneos.



Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

Figura 29: Telas avaliação inicial (a), treinamento (b), avaliação do efeito do treinamento (c) e relatório de desempenho (d) (Etapa 4/Fase 21) – Sistema Ouvindo Vozes.



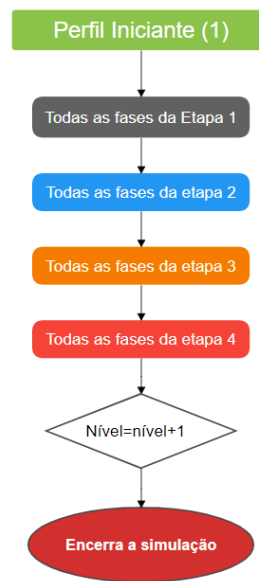
Fonte: Simulador de Treinamento Ouvindo Vozes, 2022.

As vozes utilizadas para a avaliação de desempenho e treinamento do usuário na etapa 4 seguem a mesma divisão de vozes da etapa 2 (Figura 23 e 24). Ao finalizar toda a simulação do TPA, os usuários terão seu nível de experiência incrementados e, caso possuam interesse, poderão refazer a simulação do TPA com um índice de avaliação mais alto.

4.3.1 Teste de simulação de perfis

Foram gerados três perfis de usuário para simular o TPA no sistema Ouvindo Vozes. O primeiro perfil corresponde a um usuário iniciante, o segundo perfil a um usuário intermediário e o último perfil a um usuário avançado. Para o perfil iniciante, o treinamento é iniciado a partir da etapa 1 (fase 1) e segue as demais fases até a conclusão do TPA na etapa 4. Antes de encerrar o TPA, o usuário tem o seu nível de experiência incrementado para o nível intermediário, assim no seu próximo acesso ao sistema Ouvindo Vozes, sua avaliação será mais criteriosa (Figura 30).

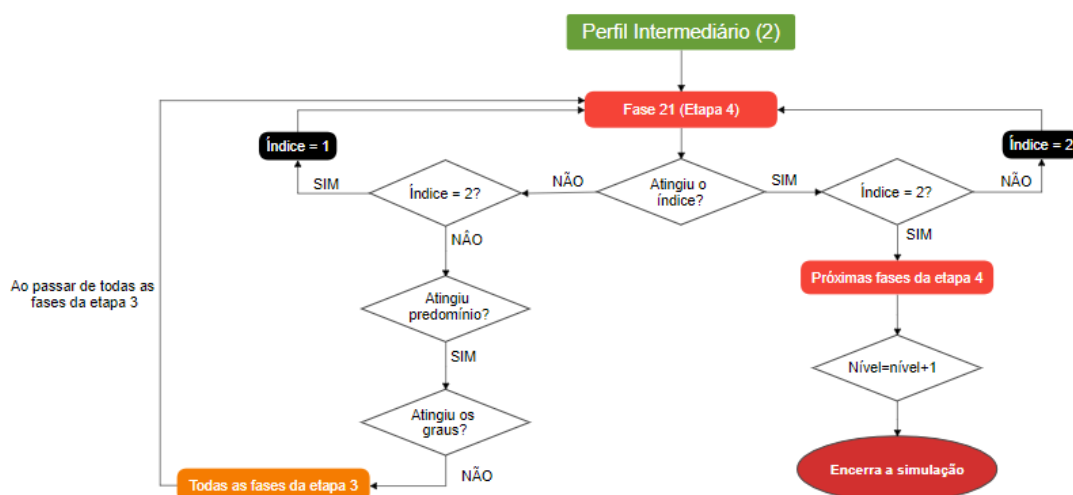
Figura 30: Fluxograma – Simulação perfil iniciante.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

O perfil de experiência intermediária inicia o treinamento na primeira fase da etapa 4 (fase 21). Na simulação, esse usuário não consegue atingir o índice de desempenho esperado para o seu nível (índice 2) e tem o seu índice de avaliação decrementado para o índice 1. Em seguida, o usuário repete o TPA na fase 21 e não atinge o desempenho esperado (índice 1). Neste caso, o modelo de decisão implementado avalia para qual tarefa o usuário não consegue atingir o desempenho esperado: avaliação do predomínio do desvio vocal e/ou os graus de alteração vocal. Na simulação, o usuário não atinge desempenho esperado para a avaliação dos graus de alteração e assim ele é redirecionado para a etapa 3, onde é treinada essa habilidade. Após a finalizar o treinamento em todas as fases da etapa 3 ele retorna para fase 21 da etapa 4. Neste momento, ele consegue atingir o índice de desempenho e seu nível é incrementado para o índice de desempenho 2. O usuário repete a fase 21 e ao conseguir atingir o índice de desempenho 2 segue para as demais fases da etapa 4 até concluir o seu treinamento. Antes de encerrar o TPA, o usuário tem o seu nível de experiência incrementado para o nível avançado, assim no seu próximo acesso ao sistema Ouvindo Vozes, sua avaliação será mais criteriosa (Figura 31).

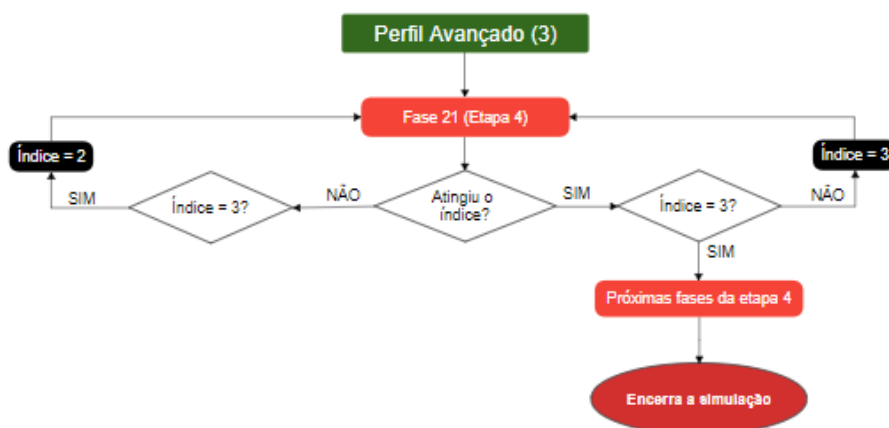
Figura 31: Fluxograma – Simulação perfil intermediário.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

O perfil de nível de experiência avançado inicia o TPA no ouvindo Vozes na Etapa 4 (fase 21). Ao final da fase o usuário não atinge o índice de desempenho esperado e tem o seu índice de avaliação decrementado para o índice 2 e é direcionado a repetir a fase 21. Na repetição, com o índice de desempenho 2, o usuário consegue atingir o desempenho esperado e tem seu índice incrementado voltando para o índice 3 e sendo direcionado para a fase 21 novamente. Agora para conseguir atingir o seu índice de avaliação original. Nessa repetição o usuário consegue atingir o índice de desempenho esperado e avança para a próxima etapa da etapa 4. Ao concluir todas as fases da dessa etapa o usuário encerrar sua simulação e finaliza o TPA no Ouvindo Vozes (Figura 32).

Figura 32: Fluxograma – Simulação perfil avançado.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor, 2022.

5 DISCUSSÃO

O desenvolvimento do ST Ouvindo Vozes permitiu observar aspectos diversos relacionados à simulação e educação do TPA na Fonoaudiologia, em especial na área da Voz. Estes aspectos levam à discussão de três pontos: 1) Estrutura e métricas do TPA; 2) Inovação do ST Ouvindo Vozes; e 3) Aspectos educacionais do ST Ouvindo Vozes.

5.1 ESTRUTURA E MÉTRICAS DO TPA

Planejar o TPA de novos fonoaudiólogos a partir da consulta a juízes com expertise na área é fundamental para o desenvolvimento de modelos de treinamento baseado na opinião de especialistas (MACHADO; COSTA; MORAES, 2018; MACEDO; MACHADO, 2015). Juízes experientes possuem padrões internos mais definidos e experiência para conduzir o treinamento de iniciantes. Os padrões internos são gerados pelo TPA e pelas experiências com a APA ao longo da sua formação acadêmica e do exercício profissional. Dessa forma, tanto a formação profissional (treinamento formal durante a graduação e pós-graduação) quanto a característica temporal (anos de atuação com APA) tem sido referida para determinar a experiência de um juiz (YAMASAKI; GAMA, 2019). Neste estudo, ambas as formas foram consideradas, tendo em vista que todos os entrevistados foram fonoaudiólogos doutores, com mais de 10 anos de experiência em JPA e TPA.

A classificação do desvio vocal depende de algumas informações complementares à voz como o sexo, a idade e a profissão do falante. Além disso, o apoio visual do traçado espectrográfico pode aumentar significativamente a confiabilidade do JPA da qualidade vocal de juízes inexperientes, porque promove aumento da concordância inter e intra-avaliadores da maior parte dos parâmetros analisados (SOUZA; GAMA, 2015). Sendo assim, justifica-se a adição destas informações junto à apresentação das vozes durante o treinamento de juízes inexperientes. Essas informações não foram incluídas na versão atual do Ouvindo Vozes porque, a princípio, o objetivo foi desenvolver uma plataforma focada nas características auditivas do TPA. Porém, o

desenvolvimento de novas etapas que contemplem essas informações pode ser objeto de estudo para atualizações do ST.

Apesar de a maioria dos entrevistados utilizarem vozes humanas para o TPA, o uso de vozes sintetizadas parece ser mais adequado para esta finalidade, principalmente durante os momentos iniciais do treinamento de juízes inexperientes (GURLEKIAN, TORRES, VACCARI, 2016; YAMASAKI; GAMA, 2019; BISPO, YAMASAKI, PADOVANI, BEHLAU, 2022). Em vozes sintetizadas, os parâmetros vocais podem ser controlados para a produção de vozes unidimensionais (apenas um parâmetro desviado) e, assim, simplificar a avaliação de juízes inexperientes (GURLEKIAN; TORRES; VACCARI, 2016).

Apesar da indicação do uso de tarefas de fala diversificadas durante o TPA (YAMASAKI; GAMA, 2019), a versão atual do Ouvindo Vozes utiliza apenas a vogal sustentada / *ɛ* /. Porém, a vogal / *ɛ* / é robusta para a avaliação do desvio vocal e dentre as vogais é mais utilizada em avaliações vocais e laríngeas no Brasil (GONÇALVES *et al.*, 2009).

A quantidade de horas e o número de estímulos utilizado no TPA apresentaram uma ampla variação entre as respostas dos entrevistados. Estas variações também são encontradas na revisão sobre métodos de TPA de Walden e Khayumov (2020), em que o tempo de treinamento variou de 30 minutos a 20 horas. O estudo de Eadie e Baylor (2006) que utilizou estímulos âncoras durante o TPA, observou aumento da confiabilidade intra e interavaliadores após duas horas de treinamento. Tendo em vista a opinião dos entrevistados e os estudos na área, espera-se que haja aumento na confiabilidade dos juízes a partir de seis a oito horas de treino. A definição mais precisa sobre o tempo necessário para TPA só será possível com estudos que avaliem o desempenho dos juízes em diferentes intervalos de tempo durante o TPA. Cada fase do ST Ouvindo Vozes tem duração entre 20 a 30 minutos e o treinamento total pode variar de 8 a 12 horas. Com isso, o Ouvindo Vozes pode contribuir para avaliação do desempenho do usuário em diferentes momentos do TPA.

Quanto aos instrumentos utilizados para a marcação da APA, a escala GRBAS e o protocolo CAPE-V são os mais utilizados e aceitos mundialmente no contexto clínico e científico. Não se sabe qual o melhor instrumento a ser

utilizado no treinamento de fonoaudiólogos iniciantes, por isso, recomenda-se que a escolha do instrumento seja baseada no objetivo do treinamento, nas amostras de falas disponíveis e no tempo de treinamento estimado (YAMASAKI; GAMA, 2019).

Os parâmetros G, R, B e S são os mais utilizados na APA. Destes, os que apresentam maiores concordâncias são o G, o R e o B. O parâmetro S apresenta menor concordância inter e intra-avaliadores, sendo considerados menos confiável na APA em comparação aos outros parâmetros (BRINCA; BATISTA; TAVARES; PINTO; ARAÚJO, 2015; IAWRSSON, 2018; YAMASAKI; GAMA, 2019). Todos os docentes entrevistados incluem os parâmetros de G, R, B e S na aplicação do TPA. Portanto, justifica-se a inclusão, minimamente, destes parâmetros no TPA do Ouvindo Vozes.

Para a sequencialização dos níveis do TPA, entende-se que a identificação da presença/ausência do desvio vocal seja mais fácil para juízes iniciantes por se tratar de uma classificação categórica e binária. A caracterização do tipo de desvio da qualidade vocal predominante exige uma classificação categórica mais complexa, incluindo, no mínimo, três possibilidades (rugosa, sopro ou tensa). Entende-se que o nível mais complexo do TPA seja a avaliação da intensidade do desvio vocal, seja para o desvio global ou para a avaliação dos componentes de rugosidade, sopro e tensão. Neste nível, a avaliação é baseada em um continuum que vai desde a ausência de uma determinada característica vocal até a presença em grau intenso desta característica.

Uma forma de avaliar o efeito do TPA é a utilização de medidas de concordância intra e interavaliador. Os testes estatísticos de concordância quantificam a proximidade das avaliações antes e depois do TPA (MIOT, 2016). Espera-se que haja maior proximidade entre as avaliações dos juízes inexperientes e o juiz de referência após o TPA (concordância interavaliador). Também é esperado que os juízes inexperientes se tornem mais consistentes em suas avaliações (concordância intra-avaliador). Por isso, foi implementado no ST Ouvindo Vozes o sistema de avaliação para monitoramento dos resultados do TPA. A partir deles novas estratégias, que sejam necessárias, podem ser implementadas.

5.2 INOVAÇÃO DO ST OUVINDO VOZES

O desenvolvimento de um ST exige um embasamento teórico/prático que muitas vezes não é encontrado apenas na literatura da área, sobretudo quando envolve procedimentos com certo grau de subjetividade e isso se torna um desafio na proposição de um ST (WIET et al., 2012). Nesses casos, a combinação da experiência prática de especialistas e o conhecimento relatado na literatura é uma alternativa para a proposição de um sistema de treinamento robusto (MACEDO; MACHADO, 2015). Essa recomendação foi adotada para o desenvolvimento do Ouvindo Vozes.

O ST Ouvindo Vozes é uma proposta inovadora para o TPA, porque conta com uma série de vantagens para o auxílio da realização e acompanhamento do TPA. Uma delas é a possibilidade de escolha do nível de experiência do usuário baseado na sua formação. TPA pode ter resultados diferentes de acordo com a experiência prévia do usuário (ALVES, 2019; WALDEN, KHAYUMOV, 2020). Dessa forma, justifica-se a implementação dos níveis de experiência e índices de avaliação de acordo com cada nível.

As medidas utilizadas para a avaliação de desempenho do usuário (Acurácia e Concordância intra-avaliador) são importantes porque definem a qualidade de uma avaliação diagnóstica, seja realizada por um instrumento ou por um profissional. As avaliações profissionais precisam ser assertivas e consistentes para que sejam confiáveis, por isso a importância do uso dessas medidas (MIOT, 2016; GAMA, 2020). As demais variáveis fornecem informações sobre características importantes que precisam ser estudadas no TPA, como o tipo das vozes, predomínio do desvio vocal, graus de desvio das vozes utilizadas durante o TPA. Essas variáveis não foram estudadas no presente estudo, mas poderão ser analisadas em estudos futuros.

O modelo de decisão utilizado no Ouvindo Vozes é formado por um SBR e satisfaz as necessidades exigidas para o TPA tradicional, como a avaliação do desempenho do usuário e seu direcionamento no TPA. Este tipo de modelo tem sido implementado em outros ST's, com resultados satisfatórios no treinamento de profissionais da saúde (CAGILTAY, OZCELIK, SENGUL, BERKER, 2017;

MOURA, MACHADO, VALENÇA, 2019; PAIVA *et al.*, 2018; MACEDO, 2015). Entende-se que, apesar das suas limitações, a lógica utilizada na construção das regras do SBR se assemelha a utilizada nos treinamentos tradicionais, como relatado na entrevista com os docentes realizada nesta pesquisa. Além disso, usar vozes com avaliações mais concordantes entre os especialistas pode ajudar a reduzir as incertezas.

5.3 ASPECTOS EDUCACIONAIS DO ST OUVINDO VOZES

Dada a importância da APA para clínica vocal, suas fragilidades e a grande variação na realização do TPA de fonoaudiólogos e estudantes de Fonoaudiologia ((EADIE, BAYLOR, 2006; OATES, 2009; ROY, 2013; VAN STAN, MEHTA, HILLMAN, 2017; PATEL *et al.*, 2018; WALDEN, KHAYUMOV, 2020). O sistema ouvindo Vozes representa uma nova abordagem pedagógica que tem o objetivo de auxiliar docentes e estudantes nas práticas educativas, buscando preencher as lacunas ainda presentes neste procedimento. Esse ST pode permitir o conhecimento mais detalhado sobre as variáveis envolvidas no TPA, como o tempo, tipo de estímulo, tipo e grau de desvio vocal, entre outras.

Por possuir sua base teórica amparada na experiência de docentes especialistas e na literatura da área, o sistema Ouvindo Vozes torna-se um ST robusto, mas que precisa ser testado em situações reais (MACEDO; MACHADO, 2015). Algumas limitações relatadas pelos docentes entrevistados são: a dificuldade para avaliar o efeito do TPA e indisponibilidade de vozes sintetizadas para o treinamento. Para essas limitações, o Ouvindo Vozes pode ser a solução, tendo em vista que o ST conta com o modelo de avaliação para o desempenho do usuário e utiliza vozes humanas e sintetizadas no TPA. Além disso, o ST permite a análise do desempenho dos usuários com maior eficiência e flexibiliza o tempo de treinamento, sendo possível ser realizado em outros ambientes fora das instituições, tendo em vista que não há necessidade de encontros presenciais para a aplicação do treinamento no Ouvindo Vozes.

No ouvindo Vozes, a proposta adotada para a divisão das fases em momentos segue uma abordagem educacional baseada na teoria da aprendizagem perceptiva (GOLDSTONE, 1998), no uso de âncoras auditivas

(SANTOS, VIEIRA, SANSÃO, GAMA, 2019; SANTOS, VIEIRA, SANSÃO, GAMA, 2021; BISPO, YAMASAKI, PADOVANI, BEHLAU, 2022), na avaliação de desempenho imediata e no *feedback* para o usuário (BARSTIES et al., 2015).

No momento “Aprendizagem de conceitos”, além da explicação dos conceitos que serão necessárias para a fase, o usuário precisa ouvir vozes âncoras. Essas vozes servem como balizadores para que os usuários partam do mesmo ponto de compreensão dos parâmetros vocais (YAMASAKI; GAMA, 2019). A utilização de âncoras durante o TPA aumenta a concordância entre os avaliadores quando comparada com TPA sem uso de âncoras (SANTOS, VIEIRA, SANSÃO, GAMA, 2019; BISPO, YAMASAKI, PADOVANI, BEHLAU, 2022).

Durante o momento “Treinamento”, o mecanismo de *feedback*, permite que usuário perceba o erro ou acerto da sua avaliação. Quando o usuário erra, obrigatoriamente, torna-se necessário ouvir a voz novamente para prosseguir no treinamento. Essa repetição permite que o usuário aumente a velocidade, precisão e fluência de processamento dos estímulos, podendo melhorar o seu desempenho em avaliações futuras. Além disso, o usuário pode aumentar a sua atenção para o parâmetro em avaliação (GOLDSTONE, 1998).

Os momentos “Avaliação Inicial” e “Avaliação do efeito do Treinamento” permitem a extração de medidas de desempenho antes e depois do treinamento. Essa medição é realizada frequentemente nos modelos de TPA tradicionais (EADIE, BAYLOR, 2006) e são utilizadas para validar a efetividade do TPA e observar possíveis falhas na sua estrutura.

No momento “Relatório de desempenho” o modelo de decisão compara o desempenho do usuário com o esperado para o seu nível e utiliza mensagens de motivação e elogios para aumentar a motivação do usuário. Shell (2014) destaca que esse tipo de estratégia pode ser utilizado como recompensa no *design* de *games*, mas que também podem ser aplicadas em ST's.

Para o desenvolvimento do protótipo do Ouvindo Vozes, a pontuação de corte foi estabelecida a partir da literatura e do conhecimento dos especialistas entrevistados. Porém, estas pontuações podem ser alteradas de acordo com as

primeiras simulações reais, que permitirão observar as médias para concordância e acurácia a partir de cada nível de experiência do usuário.

5.4 LIMITAÇÕES E POSSIBILIDADES

O ST Ouvindo Vozes está implementado como um sistema *web*. Isso exige conexão com a internet e permite o acesso de qualquer dispositivo com conexão, o acompanhamento, monitoramento e gravação dos resultados em banco de dados universais, que podem ser utilizados em estudos futuros para a análise das variáveis envolvidas no TPA. Entretanto, pode limitar o acesso de usuários devido à necessidade de conexão com internet. Um sistema *offline* (que não exija conexão com a internet) pode apresentar pontos positivos como a utilização em diversos espaços e o controle do *software*, que fornece segurança quanto a possibilidade de perda ou atualização do domínio no qual o sistema está publicado.

Novos modelos de decisão que utilizem outras lógicas mais complexas, como a lógica *fuzzy* podem ser uma opção para considerar as discordâncias da APA. A utilização desta lógica pode ampliar o banco de vozes deste ST, permitindo o uso de vozes que tenham classificações limítrofes e discordantes, admitindo uma faixa de valores com uma função de pertinência associada.

Ressalta-se que para o aprimoramento do sistema Ouvindo Vozes, a utilização de informações do falante (sexo, idade, profissão) poderia ser atribuída durante a apresentação das vozes. Além disso, dados de outras avaliações também poderiam ser apresentados em conjunto com as vozes, como dados da anamnese, autoavaliação, medidas acústica, espectrografia e exame laríngeo. Outros tipos de escalas também podem ser utilizados, assim como outras tarefas de fala.

Algumas modificações podem proporcionar melhorias à atual proposta do ST Ouvindo Vozes, porém não anulam o potencial e as contribuições da versão atual para o TPA na Fonoaudiologia.

6 CONCLUSÃO

O uso de recursos que ajudem no processo de aprendizagem dos alunos, como ST, possibilitam experiências controladas no âmbito profissional. Há potencialidade para o uso de simuladores para o TPA. A partir da literatura e da pesquisa com docentes experientes na APA, observou-se que o desenvolvimento de um ST para o TPA deve considerar os seguintes requisitos: usar de vozes sintetizadas nos momentos iniciais seguindo para vozes humanas posteriormente; utilizar tarefas de fala com vogais sustentadas e fala encadeada; inserir informações complementares como o sexo, idade, profissão do falante e espectrografia da voz; conter no mínimo 6 horas de treinamento; avaliar o efeito do treinamento pela comparação da concordância intra e interavaliadores pré e pós treinamento; adicionar os parâmetros de grau geral de desvio vocal, rugosidade, soprosidade e tensão (no mínimo); utilizar escalas contínuas e numéricas; e ser realizado a partir do segundo ano de graduação.

O ST Ouvindo Vozes implementa 7 dos requisitos observados e apresenta-se como uma nova abordagem educacional para o TPA, viável para utilização de usuários com níveis de experiência iniciante, intermediário e avançado. Sua proposta baseia-se na teoria da aprendizagem, uso de âncoras auditivas e *feedback* para o usuário. Além disso, o Ouvindo Vozes conta um sistema de avaliação que permite monitorar o desempenho do usuário durante todo o treinamento em tempo real. Este ST pode ser acessado a partir de qualquer dispositivo com acesso à internet, dispensa a necessidade de encontros presenciais para a realização do TPA.

O ST Ouvindo Vozes é uma proposta inovadora para a Fonoaudiologia, em especial para a área de Voz, e traz contribuições importantes sobretudo a possibilidade de estudos multicêntricos utilizando esta abordagem educacional.

O desenvolvimento deste simulador permitiu verificar a potencialidade de uso deste tipo de ferramenta para o processo educacional na Fonoaudiologia, sobretudo para o TPA. Além disso, pode servir como base para implementações futuras que abordem diferentes tarefas de fala, outros tipos de escalas, uso de informações associadas as vozes e modelos de decisão mais complexos.

7 PUBLICAÇÕES RELACIONADAS

A partir deste trabalho, até o final da redação desta dissertação, foram desenvolvidos dois artigos. O primeiro artigo intitulado “Métricas para o desenvolvimento de um simulador de treinamento para avaliação perceptivo-auditiva da voz” foi publicado como resumo expandido no XXIX Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e o IX Congresso Internacional de Fonoaudiologia, em 2021. Nele são abordados os resultados parciais da pesquisa realizada com os docentes sobre o TPA. Destaca-se que o referido artigo foi premiado com Menção Honrosa.

O segundo artigo intitulado “Definição de métricas para o desenvolvimento de um simulador de treinamento para julgamento perceptivo-auditivo da voz” foi submetido a revista CoDAS como artigo original e aborda a finalização da pesquisa com os docentes sobre o TPA e estabelece o conjunto de métricas e a estrutura do TPA. Este trabalho se encontra em avaliação pelo periódico.

Um terceiro artigo que tem por título “Ouvindo Vozes: Um simulador de treinamento como proposta educacional para o TPA” encontra-se em fase de elaboração e abordará a etapa de construção do Ouvindo Vozes e sua abordagem pedagógica.

REFERÊNCIAS

ALDER, H. *et al.* Computer-based diagnostic expert systems in rheumatology: where do we stand in 2014? **International journal of rheumatology**, v. 20, p.10, 2014. doi: 10.1155/2014/672714.

ALVES, J.N. **Influência da experiência do ouvinte e da tarefa de fala na avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal**. 2019. Dissertação (Mestrado em Linguística) – Departamento de Linguística, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.

BASSICH, C.J.; LUDLOW C.L. The use of perceptual methods by new clinicians for assessing voice quality. **J Speech Hear Disord**, v.2, n.51, p.125-33, 1986. doi: 10.1044/jshd.5102.125.

BERMAN, P. **E-Learning Concepts and Techniques**. Bloomsburg University of Pennsylvania. Department of Instructional Technology, 2006.

BISPO, NO; YAMASAKI, R; PADOVANI MMP; BEHLAU M. Repetição de estímulos âncoras e natureza das amostras vocais no julgamento perceptivo-auditivo realizado por estudantes de fonoaudiologia. **CoDAS**. 2022; 34(4): e20210064 DOI: 10.1590/2317-1782/20212021064

BRINCA, L; BATISTA, AP; TAVARES, AI; PINTO, PN; ARAÚJO, L. The Effect of Anchors and Training on the Reliability of Voice Quality Ratings for Diferente Types of Speech Stimuli. **J voice**, v. 6, n.29, p. 776-14, 2015. DOI: 10.1016/j.jvoice.2015.01.007

CAGILTAY, NE; OZCELIK, E; SENGUL, G; BERKER, M. Constructand face validityof the educationalcomputer-basedenvironment (ECE) assessment scenarios for basicendoneurosurgery skills. **SurgEndosc**, v. 11, n. 31, p. 4485-4495. 2017. doi: 10.1007/s00464-017-5502-4.

CARDING, P. N. *et al.* Measuring voice outcomes: state of the science review. **The Journal of Laryngology & Otology**, v. 123, n. 08, p.823-829, 2009. doi: 10.1017/S0022215109005398.

CHAN, K.M.; YIU, E.M. The effect of anchors and training on the reliability of perceptual voice evaluation. **J Speech Lang Hear Res**, v. 1, n. 45, p.111-126. 2002. doi: 10.1044/1092-4388(2002/009).

CHARTRAND, J.P.; BELIN, P. Superior voice timbre processing in musicians. **Neuroscience Letters**, v.3, n. 405, p.164-167, 2006. DOI: 10.1016/j.neulet.2006.06.053

DEJONCKERE, P.H., *et al.* Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. **Rev LaryngolOtolRhinol (Bord)**, v.3, n.117, p. 219-24, 1996. PMID: 9102729

DEJONCKERE, P.H., *et al.* A basic protocol for functional assessment of voice pathology, especially for investigating the efficacy of (phonosurgical treatments and evaluating new assessment techniques: Guideline elaborated by the Committee on Phoniatics of the European Laryngological Society (ELS). **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 2, n. 258, p.77-82, 2001. doi: 10.1007/s004050000299.

DÖRNER, R. *et al.* Serious games: Foundations, Concepts and Practice. Springer, 2016, 421 p.

EADIE, T.L.; BAYLOR, C.R. The effect of perceptual training on inexperienced listeners judgments of dysphonic voice. **J Voice**, v. 20, p.527-544, 2006. DOI: 10.1016/j.jvoice.2005.08.007

EADIE, T.L.; BOVEN, L.V.; STUBBS, K.; GIANINI, E. The Effect of musical background on judgments of dysphonia. **J voice**, v.1, n. 24, p.93-101, 2010. DOI:https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.04.008

EADIE TL, KAPSNER M, ROSENZWEIG J, WAUGH P, HILLEL A, MERATI A. The role of experience on judgments of dysphonia. **J Voice**, v. 24, n. 5, p. 564-73, 2010. doi: 10.1016/j.jvoice.2008.12.005.

ENGLERT M; MADAZIO G; GIELOW I; LUCERO J; BEHLAU M. Perceptual error identification of human and synthesized voices. **J Voice**. 2015; 30:639.e17–639.e23. 44. DOI: 10.1016/j.jvoice.2015.07.017

ENGLERT M; MADAZIO G; GIELOW I; LUCERO J; BEHLAU M. Perceptual error analysis of human and synthesized voices. **J Voice**. 2017;31: 516.35–516.e18. https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2016.12.015

GAMA, A.C.C. **Treinamento auditivo com estímulos vocais âncoras sintetizados: efeito na concordância dos avaliadores**. 2020. Monografia (especialização) – Departamento de Estatística, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2020.

GWET, K.L. Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. **Brit J Math Stat Psy**, v. 6, p.29–48, 2008. DOI: 10.1348/000711006X126600

GWET, K.L. **Handbook of Inter-Rater Reliability: The definitive guide to measuring the extent of agreement among raters: Advanced Analytics**, Gaithersburg, MD, 2014, p. 20886-2696.

GHIO A., *et al.* Perceptual Evaluation of dysphonic voices: can a training protocol lead to the development of perceptual categories? **J voice**, v.3, n.29, p. 304-311, 2015. DOI: 10.1016/j.jvoice.2014.07.006

GLIGOROV, V. V.; WILLIAMS, M. Efficient reliable and fast high-level triggering using a bonsai boosted decision tree. **Journal of Instrumentation**, v. 8, n. 2, 2013. <https://doi.org/10.1088/1748-0221/8/02/P02013>

GOLDSTONE RL. Perceptual learning. **Ann Rev Psychol**, v.49, p.585–612, 1998. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.585>

GONÇALVES MIR; PONTES PAL; VIEIRA VP; PONTES AAL; CURCIO D; DE BIASE NG. Transfer function of Brazilian Portuguese oral vowels: a comparative acoustic analysis. **Braz J Otorhinolaryngol.** 2009;75:680–684. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942009000500012>

GROSAN, C.; ABRAHAM, A. Rule-based expert systems. **Intelligent Systems**. p. 149–185, 2011.

GURLEKIAN, J.A.; TORRES, H.M.; VACCARI, M.E. Comparison of Two Perceptual Methods for the Evaluation of Vowel Perturbation Produced by Jitter. **J voice**, v. 30, n.4, p. 506.e1-8, 2016. DOI: 10.1016/j.jvoice.2015.05.009

HIRANO, M. **Clinical Examination of Voice**. New York, NY: Springer-Verlag; 1981.

HOSMER D.W.; LEMESHOW S. **Applied logistic regression**. New York: Willey; 2000.

IAWRSSON J., *et al.* Auditory-Perceptual Evaluation of Dysphonia: A Comparison between Narrow and Broad Terminology Systems. **J Voice**, v.32, n.4, p.428-436. 2018. doi: 10.1016/j.jvoice.2017.07.006.

KEMPSTER, G.B.; GERRAT, B.R.; ABBOTT, K.V.; BARKMEIER-KRAEMER, J.; HILLMAN, R.E. Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice: development of a standardized clinical protocol. **Am J Speech Lang Pathol.**; v.18, n.2, p.124-132, 2009. doi: 10.1044/1058-0360(2008/08-0017)

KENT, R.D. Hearing and Believing: Some Limits to the Auditory-Perceptual Assessment of Speech and Voice Disorders. **Journal American Journal of Speech-Language Pathology**, v. 5, p.7-23, 1996. <https://doi.org/10.1044/1058-0360.0503.07>

KOTTNER, J., *et al.* Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. **J Clin Epidemiol**, v. 64, n.1, p. 96-106, 2011. doi: 10.1016/j.jclinepi.2010.03.002

LANDIS, J.R.; KOCH, G.G. The measurement of observer agreement for categorical data. **Biometrics**, v.33, n.1, p.159-74, 1977. PMID: 843571

LEEFLANG, M.M.G., *et al.* Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy. **Annals Of Internal Medicine**, v. 149, n. 12, p.889-1004, 2008.

LOPES, L.W., *et al.* Performance of the phonatory deviation diagram in the evaluation of rough and breathy synthesized voices. **Braz J. Otorhinolaryngol**, v. 84, n. 4, pp. 460-472, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.05.012>

LUCERO JC, SCHOENTGEN J, BEHLAU M. Physics based synthesis of disordered voices. Proc Interspeech 14th Annu Conf Int Speech Commun Assoc 2013;25–29.

MACEDO, E.R. **Um Simulador Baseado em Realidade Virtual para o Treinamento de Estudantes na Administração de Medicamentos Injetáveis**. 2015. Dissertação (Mestrado em Informática) – Departamento de Informática, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2015.

MACEDO, E.R.; MACHADO, L.S. Metrics for User Assessment in Simulators Based on VR. XVII Symposium on Virtual and Augmented Reality, p. 92-98, 2015. DOI: 10.1109/SVR.2015.20

MACHADO, L.S.; COSTA, T.K.L.; MORAES, R.M. Multidisciplinaridade e o Desenvolvimento de Serious Games e Simuladores para Educação em Saúde. **Revista Observatório**, v. 4, n. 4, p. 149-172, 2018. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n4p149>

MACHADO, L.S., *et al.*, Serious Games Baseados em Realidade Virtual para Educação Médica. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v.35, n.2, p. 254–2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-55022011000200015>

MACHADO, L.S., *et al.* Pesquisa e Desenvolvimento de Simuladores de Realidade Virtual para Saúde com Avaliação Automática do Desempenho do Usuário. **10 Anos de Produção do Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde**, Cap. 6. p. 101-120, 2019.

MONGA, A.; SINGH, B. Finite State Machine based Vending Machine Controller with Auto- Billing Features. **International Journal of VLSI Design & Communication Systems**, v. 3, n. 2, p. 19-28, 2012. <https://doi.org/10.5121/vlsic.2012.3202>

MORAES, R.M.; MACHADO, L.S.; MARQUES, F.L.S.N.; COSTA, R.M.E.M. Serious Games as Educational, Business and Research Tools. **Handbook of Research on**, v.1, cap. 17, p. 315-336, 2012.

MORAES, R.M.; MELO, A.C.O. Sistemas de Suporte à Decisão Espacial e Aplicações. *Comunicações em Informática* 1(1): 2-5. 2017 DOI: 10.22478/ufpb.2595- 0622.2017v1n1.36862.

MORAIS, A.M. **Planejamento e desenvolvimento de um serious game voltado ao ensino de saúde bucal em bebês**. 2011. Dissertação (Mestrado em Modelos de Decisão e Saúde) – Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011.

MOURA, I.F.M.S.; MACHADO, L.D.; VALENÇA, A.M.G. Incisions in virtual reality simulators: assessing user performance. **Res. Biomed. Eng**, v. 35, p. 103-110, 2019. <http://dx.doi.org/10.1007/s42600-019-00012-3>

MIOT, H.A. Análise de concordância em estudos clínicos e experimentais. **J Vasc Bras**, v.15, n.2, p.89-92, 2016. <https://doi.org/10.1590/1677-5449.004216>

MISODOR. **Validação de testes diagnosticos**. 2008. Disponível em: <http://www.misodor.com/VALIDTESTDIA.html>.

MORAES, R. M.; MACHADO, L. S. Psychomotor skills assessment in medical training based on virtual reality using a Weighted Possibilistic approach. **Knowledge-Based Systems**, v. 70, p. 97-102, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.knosys.2014.05.006>

OATES, J. Auditory-Perceptual Evaluation of Disordered Voice Quality. **Folia Phoniatria Et Logopaedica**, v. 61, n. 1, p.49-56, 2009. DOI: 10.1159/000200768

PAIVA, P.V.F.; MACHADO, L.S.; VALENÇA, A.M.G.; BATISTA, T.V.; MORAES, R.M. SimCEC: A Collaborative VR-Based Simulator for Surgical Team work Education. **ACM Computers in Entertainment**, v. 16, n.2, 2018. <https://doi.org/10.1145/3177747>

PATEL, R.R., *et al.* Recommended protocols for instrumental assessment of voice: American Speech-Language-Hearing Association Expert Panel to develop a protocol for instrumental assessment of vocal function. **Am J Speech Lang Pathol**, v. 27, p. 887-905, 2018. https://doi.org/10.1044/2018_AJSLP-17-0009

RODRIGUES, H.F.; MACHADO, L.S.; VALENÇA, A.M.G. Applying Haptic Systems in Serious Games: A Game for Adults Oral Hygiene Education. **SBC Journal on Interactive Systems**, v. 5, p. 16-25. 2014.

ROY, N., *et al.* Evidence-Based Clinical Voice Assessement: A Systematic Review. **Am J Speech Lang Pathol**, v. 22, p.212-226, 2013. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2012/12-0014\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2012/12-0014))

SANTOS, A. D. *et al.* Avaliação baseada em Lógica Fuzzy para um Framework voltado a construção de simuladores baseados em RV. Em: **Anais do XII**

Symposium on Virtual and Augmented Reality. Natal: Sociedade Brasileira de Computação, p. 194-202, 2010.

SANTOS, P.C.M.D.; VIEIRA, M.N.; SANSÃO, J.P.H.; GAMA, A.C.C. Effect of Auditory-Perceptual Training With Natural Voice Anchorson Vocal Quality Evaluation. **J Voice**, v. 33, n.2, p. 220-225, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2017.10.020>

SANTOS, P.C.M.D.; VIEIRA, M.N.; SANSÃO, JPH; GAMA, ACC. Effect.of.synthe.sized voice anchorson.auditory-perceptual voice evaluation. **Codas**, v. 3, n. 33, 2021. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20202019197>

SATAVA, R. M.; GALLAGHER, A. G.; PELLEGRINI, C. A. Surgical competence and surgical proficiency: definitions, taxonomy, and metrics. **Journal of the American College of Surgeons**, v.196, n.6, p. 933–7, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S1072-7515\(03\)00237-0](http://dx.doi.org/10.1016/S1072-7515(03)00237-0)

SILVA, R.S.A.; SIMÕES-ZENARI, M.; NEMR, N.K. Impacto de treinamento auditivo na avaliação perceptivoauditiva da voz realizada por estudantes de Fonoaudiologia. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, [s.l.], v. 24, n. 1, p.19-25, 2012. <https://doi.org/10.1590/S2179-64912012000100005>

ŠIMUNDIĆ, A.M. Measures of diagnostic accuracy: basic definitions. **The Journal of International Federation of Clinical Chemistry And Laboratory Medicine**, p. 203-211, 2009. PMID: 27683318

SHRIVASTAV, R.; SAPIENZA, C.M.; NANDUR, V. Application of Psychometric Theory to the Measurement of Voice Quality Using Rating Scales. **Journal Of Speech, Language, And Hearing Research**, v. 48, p.323-335, 2005. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2005/022\)](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2005/022))

SOFRANKO, J.L.; PROSEK, R.A. The Effect of Experience on Classification of Voice Quality. **J voice**, v. 26, n.3, p. 299-303, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2011.07.003>

SOFRANKO, J.L; PROSEK, R.A. The Effect of levels and types of experience on judgment of synthesized voice quality. **J voice**, v. 28, n. 1, p. 24-35, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2013.06.001>

SOUSA A.S. **Serious games para a Fonoaudiologia: Uma abordagem voltada à terapia em motricidade orofacial**. 2011. Dissertação (Mestrado em Modelos de Decisão e Saúde) – Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2011.

VAN STAN, J.H.; MEHTA, D.D.; HILLMAN, R.E. Recent innovations in voice assessment expected to impact the clinical management of voice disorders.

Perspect ASHA Spec Interes Groups, v. 2, p. 4-13, 2017.
<https://doi.org/10.1044/persp2.SIG3.4>

WALDEN, P.R.; KHAYUMOV, J. The Use of Auditory-Perceptual Training as a Research Method: A Summary. **Journal of Voice**, 2020.
<https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.06.032>

WIET, G., *et al.* Translating surgical metrics into automated assessments. **Proceedings of Medicine Meets Virtual Reality**, p. 543-548, 2012.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22357055>

YAMASAKI, R.; GAMA, A.C.C. Desafios e Referências na Avaliação Perceptivo-auditiva da voz. *In*: LOPES, LW; MORETI, F; RIBEIRO, LL; PEREIRA, EC (org.). **Fundamentos e Atualidades em Voz Clínica**.1. Ed. Rio de Janeiro:Thieme Revinter Publicações, p.9-29, 2019.

ZAPF, A., *et al.* Nonparametric meta-analysis for diagnostic accuracy studies. **Statistics In Medicine**, v. 34, n. 29, p.3831-3841, 2015.
<https://doi.org/10.1002/sim.6583>

ZRAICK, R.I., *et al.* Establishing Validity of the Consensus Auditory-Perceptual Evaluation of Voice (CAPE-V). **American Journal of Speech-language Pathology**, v. 20, n. 1, p.14-22, 2011. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2010/09-0105\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2010/09-0105))

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prezado(a),

Você está sendo convidado a participar da primeira fase do projeto intitulado “Simulador de treinamento para avaliação perceptivo-auditiva da voz” aprovado pelo CEP sob parecer nº 4.746.039 que está sendo desenvolvido pelo aluno de mestrado do Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Maxsuel Alves Avelino de Paiva e seus orientadores, Prof. Dr. Leonardo Lopes Wanderley do Departamento de Fonoaudiologia e Profa. Dra. Liliane dos Santos Machado do Departamento de Informática, todos da Universidade Federal da Paraíba.

A primeira fase desse projeto visa realizar um levantamento, a nível nacional, de como o treinamento perceptivo-auditivo é realizado, as dificuldades encontradas para sua realização, a forma que os docentes avaliam o efeito desse treinamento e se existe semelhanças entre as avaliações perceptivas dos docentes.

Solicitamos a sua colaboração para responder a esse questionário sobre o processo de treinamento de novos alunos para avaliação perceptivo-auditiva da voz e em seguida realize a avaliação das 22 vozes que serão apresentadas. O tempo estimado para responder este questionário é de até 40min. Lembramos que não é possível salvar as respostas e continuar depois. As respostas só serão salvas após clicar em "enviar" no fim do questionário.

Temos interesse em apresentar os dados desta pesquisa em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, quaisquer informações de identificação serão mantidas em sigilo. Esta pesquisa segue a Resolução 466/12 e as orientações para pesquisas em ambiente virtual (24 de fevereiro de 2021) do Conselho Nacional de Saúde e garantirá o seu anonimato e o sigilo das informações prestadas. Informamos que sua participação nesta pesquisa envolve possíveis riscos quanto a: invasão de privacidade; divulgação de dados confidenciais; e Ocupação do tempo do sujeito em responder o questionário. Porém, os pesquisadores adotarão medidas para minimizar estes riscos garantindo o sigilo e a integridade das informações obtidas. Esclarecemos que sua participação é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com a atividade solicitada pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário. Informamos que ao enviar suas respostas finalizando o questionário uma cópia será enviada para o e-mail que foi fornecido. Nesta cópia constará o TCLE e é importante que o senhor(a) guarde este documento.

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com o pesquisador Maxsuel Alves Avelino de Paiva ou Leonardo Wanderley Lopes (tel.: 83 3216-7831). Endereço (Setor de Trabalho): Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências da Saúde - Campus I, Departamento de Fonoaudiologia. Cidade Universitária - Campus I - Castelo Branco - 58051900 - João Pessoa, PB – Brasil.

Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde/UFPB - 1º andar / Campus I / Cidade Universitária CEP: 58.051-900 - João Pessoa-PB Tel. (83) 3216 7791 email: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Caso concorde em participar da pesquisa, solicitamos que o(a) senhor(a) responda o consentimento abaixo.

Consentimento:

Declaro que li e entendi todas as informações neste Termo de Consentimento, que concordo com as propostas aqui descritas e que gostaria de receber uma cópia no e-mail confirmando meu consentimento com este termo. Decido participar da pesquisa “Simulador de treinamento para avaliação perceptivo-auditiva da voz”, ciente de que posso interromper a minha participação quando desejar.

E-mail:

Ao clicar no botão "Aceitar", concordo com os termos acima.

- ☐ Aceitar
- ☐ Rejeitar

APÊNDICE 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Prezado(a), Você está sendo convidado a participar da terceira fase do projeto intitulado “Simulador de treinamento para avaliação perceptivo-auditiva da voz” aprovado pelo CEP sob parecer nº 4.746.039 que está sendo desenvolvido pelo aluno de mestrado do Programa de Pós-graduação em Modelos de Decisão e Saúde, Maxsuel Alves Avelino de Paiva e seus orientadores, Prof. Dr. Leonardo Lopes Wanderley do Departamento de Fonoaudiologia e Profa. Dra. Liliane dos Santos Machado do Departamento de Informática, todos da Universidade Federal da Paraíba. A terceira fase desse projeto visa realizar o treinamento perceptivo-auditivo de estudantes de fonoaudiologia e de fonoaudiólogos de forma simulada por meio de um simulador de treinamento. Solicitamos a sua colaboração para participar deste treinamento. Temos interesse em apresentar os dados desta pesquisa em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, quaisquer informações de identificação serão mantidas em sigilo. Esta pesquisa segue a Resolução 466/12 e as orientações para pesquisas em ambiente virtual (24 de fevereiro de 2021) do Conselho Nacional de Saúde e garantirá o seu anonimato e o sigilo das informações prestadas. Informamos que sua participação nesta pesquisa envolve possíveis riscos quanto a: invasão de privacidade; divulgação de dados confidenciais; e Ocupação do tempo do sujeito em participar do treinamento. Porém, os pesquisadores adotarão medidas para minimizar estes riscos garantindo o sigilo e a integridade das informações obtidas. Esclarecemos que sua participação é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com a atividade solicitada pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário. Informamos que uma cópia deste TCLE será entregue a você no ato da assinatura.

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com o pesquisador Maxsuel Alves Avelino de Paiva ou Leonardo Wanderley Lopes (tel.: 83 3216- 7831). Endereço (Setor de Trabalho): Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências da Saúde - Campus I, Departamento de Fonoaudiologia. Cidade Universitária - Campus I - Castelo Branco - 58051900 - João Pessoa, PB – Brasil.

Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde/UFPB - 1º andar / Campus I / Cidade Universitária CEP: 58.051-900 - João Pessoa-PB Tel. (83) 3216 7791 email: comitedeetica@ccs.ufpb.br

Caso concorde em participar da pesquisa, solicitamos que o(a) senhor(a) responda o consentimento abaixo.

Consentimento:

Declaro que li e entendi todas as informações neste Termo de Consentimento, que concordo com as propostas aqui descritas e que gostaria de receber uma cópia no e-mail confirmando meu consentimento com este termo. Decido participar da pesquisa “Simulador de treinamento para avaliação perceptivo-auditiva da voz”, ciente de que posso interromper a minha participação quando desejar.

Ao clicar no botão "Aceitar", concordo com os termos acima.

- ☐ Aceitar
- ☐ Rejeitar