

Glaucya Madazio

Diagrama de desvio fonatório
na clínica vocal

Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo - Escola
Paulista de Medicina, para a
obtenção do Título de Doutor em
Ciências.

São Paulo

2009

Glaucya Madazio

Diagrama de desvio fonatório
na clínica vocal

Tese apresentada à Universidade
Federal de São Paulo – Escola
Paulista de Medicina, para a
obtenção do Título de Doutor em
Ciências

Orientador: Profa. Dra. Mara Behlau

São Paulo

2009

Madazio, Glaucia

Diagrama de desvio fonatório na clínica vocal/ Glaucya
Madazio – São Paulo, 2009
xiii, 89f.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina, Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana.

Título em inglês: Hoarseness diagram in subjects with and without voice disorders.

- | | |
|---------------------|-----------------------|
| 1. acústica da fala | 2. percepção auditiva |
| 3. qualidade da voz | 4. distúrbio da voz |

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO
ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA

DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA
DISCIPLINA DOS DISTÚRBIOS DA COMUNICAÇÃO HUMANA

Chefe do Departamento:

Profa. Dra. Liliâne Desgualdo Pereira

Coordenadora do Curso de Pós-Graduação:

Profa. Dra. Brasília Maria Chiari

Glaucya Madazio

Diagrama de desvio fonatório na clínica vocal

Presidente da banca: Profa. Dra. Mara Behlau

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Maria Inês Rebelo Gonçalves

Profa. Dra. Zuleica Antônia Camargo

Profa. Dra. Ana Cristina Côrtes Gama

Prof. Dr. Osiris de Oliveira Camponês do Brasil

SUPLENTES

Profa. Dra. Ingrid Gielow

Profa. Dra. Brasília Maria Chiari

Aprovada em: 4 / 3 / 2009

Às minhas queridas filhas, **Giovana** e **Carolina**, que foram induzidas a desenvolver desde cedo o dom da paciência e compreensão. Por me tranquilizarem a cada doce sorriso e beijo apertado. À vocês, minhas princesas, meu amor incondicional eterno.

Ao **Alexandre**, por estar ao meu lado ativamente e me fazer sentir orgulho a cada etapa vencida. Por me ajudar a superar os obstáculos e dividir comigo as conquistas. Por ter se tornado uma pessoa ainda mais especial, meu sincero amor e gratidão.

Aos meus amados pais, **Valmir** e **Márcia**, responsáveis pela minha formação moral, que sempre fizeram o impossível para que eu chegasse até aqui. Sem vocês, nada disso seria possível. Muito obrigada, do fundo do meu coração.

Aos meus irmãos, **Fúlvio** e **Fabrizio**, meus anjos da guarda.

À querida **Mara**, minha orientadora, que foi capaz de identificar e satisfazer minhas necessidades durante toda a minha formação; que criou condições e estímulos adequados para que eu alcançasse minha própria excelência. Por me fazer perceber, de maneira tão eficiente, a diferença entre a vida profissional e pessoal, e por fazer parte de ambas. A você, que faz a diferença na minha vida, minha gratidão, respeito e admiração, sempre.

Agradecimentos

À Profa. Dra. Brasília Maria Chiari, coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, pelo acolhimento e confiança.

À amiga Renata Azevedo, por acompanhar todos os passos da minha carreira; pela certeza da sua presença e compreensão nos momentos difíceis e, por ser uma das responsáveis pela minha formação. Principalmente, pela parceria na vida profissional não-acadêmica.

À amiga Marina Padovani, por estar presente com valiosas contribuições, em todos os momentos. Por me trazer à realidade, muitas vezes. Por torcer por mim, sempre. Pela cumplicidade na vida. À você, minha imensa admiração.

À amiga Rosiane Yamasaki, que divide comigo os louros e espinhos da construção da carreira acadêmica, desde a especialização. Contar com você neste processo fez com que eu não me sentisse sozinha.

Às amigas Gisele Oliveira e Miriam Moraes, pelas palavras sempre carinhosas e paciente correção. Por serem especiais.

À fonoaudióloga Sylvia Leão, responsável pela minuciosa gravação e edição do banco de dados, pelos comentários valiosos na fase inicial.

Às fonoaudiólogas Viviane Barrichelo e Maria Cristina Borrego, por fazerem parte dos primeiros passos desta pesquisa. Às colegas Kelly Park e Ana Alice Almeida, por estarem presente na finalização do processo, com palavras incentivadoras e carinhosas.

À fonoaudióloga Deborah Feijó, pela amizade e sábios conselhos, mesmo à distância.

Ao cirurgião Dr. Felipe Vanderlei, agradeço o interesse, incentivo e dedicada correção.

Aos colegas do Ambulatório da Neurolaringe, Dra Noemi de Biase, Dra. Paula Lorenzon, Dr. Gustavo Korn, pelo incentivo constante.

Aos colegas do Ambulatório de Cirurgia de Cabeça e Pescoço, em nome do Dr. Leonardo Haddad, por estarem na torcida.

Ao fonoaudiólogo Felipe Moretti, responsável pela atualização do Lattes.

Às bolsistas do CEV Camila Sauda, Maíra Padilha, Mariana Alves e, especialmente à Letícia Pifaia, pela ajuda, atenção e disponibilidade, a qualquer hora.

Ao estatístico Jimmy Adams, pelas pacientes explicações sobre a análise estatística.

À minha tia Leda, pela caprichosa correção ortográfica.

À CAPES, pelo incentivo financeiro.

Aos pacientes e voluntários, por permitirem a realização do trabalho.

A todos os amigos e familiares, orgulhosos de mais uma conquista.

SUMÁRIO

Dedicatória.....	v
Agradecimentos.....	vii
Lista de figuras	x
Lista de tabelas	xi
Resumo.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivos.....	18
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	19
2.1 Qualidade vocal.....	20
2.2 Medidas acústicas do sinal da fala	24
3 MÉTODO	31
4 RESULTADOS	46
5 DISCUSSÃO	58
6 CONCLUSÕES.....	72
7 ANEXOS.....	74
8 REFERÊNCIAS.....	78
Abstract	
Bibliografia Consultada	

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Grau de severidade da alteração vocal	36
Figura 2	Exemplo de relatório estatístico, oferecido pelo programa Voxmetria, de uma voz adaptada	37
Figura 3	Amostra vocal dentro da área de normalidade no DDF	40
Figura 4	Amostra vocal fora da área de normalidade no DDF	40
Figura 5	Amostra vocal de densidade concentrada no DDF	41
Figura 6	Amostra vocal de densidade ampliada no DDF	41
Figura 7	Amostra vocal de forma horizontal no DDF	42
Figura 8	Amostra vocal de forma vertical no DDF	43
Figura 9	Amostra vocal de forma circular no DDF.....	43
Figura 10	Divisão do diagrama de desvio fonatório em quadrantes	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Distribuição dos tipos de vozes predominantes, de acordo com o sexo	35
Tabela 2	Distribuição do grau de severidade da alteração vocal, com base na escala analógico-visual e numérica, nos diferentes tipos de voz	36
Tabela 3	Configuração da área, densidade e forma na distribuição de vozes dos grupos com e sem alteração vocal, no diagrama de desvio fonatório	48
Tabela 4	Distribuição de vozes rugosas, soprosas e tensas na área de normalidade proposta pelo diagrama de desvio fonatório	49
Tabela 5	Configuração da densidade e forma na distribuição de vozes rugosas, soprosas e tensas, no diagrama de desvio fonatório.....	50
Tabela 6	Distribuição das vozes dos grupos com e sem queixa vocal nos quatro quadrantes do diagrama de desvio fonatório	51
Tabela 7	Configuração das amostras vocais no DDF de acordo com o grau de severidade na escala numérica, no grupo com alteração vocal..	52
Tabela 8	Distribuição das vozes rugosas, soprosas e tensas nos quatro quadrantes do diagrama de desvio fonatório, de acordo com o grau da alteração na EAV, em milímetros	53
Tabela 9	Valores estatísticos dos parâmetros acústicos nos tipos de voz predominantes	54
Tabela 10	Matriz de correlação entre as variáveis da análise acústica no grupo sem alteração vocal	56
Tabela 11	Matriz de correlação entre as variáveis da avaliação perceptivo-auditiva e acústica no grupo com alteração vocal	57

RESUMO

Objetivo: Identificar quais as características discriminatórias do diagrama de desvio fonatório em vozes predominantemente adaptadas, rugosas, soprosas e tensas, em indivíduos adultos.

Método: Foram analisadas 196 amostras vocais da vogal /ε/ sustentada de indivíduos adultos, divididas em dois grupos, 163 com alteração vocal e 33 sem alteração vocal. As amostras foram submetidas a dois tipos de avaliação, a perceptivo-auditiva e a acústica. A avaliação perceptivo-auditiva concentrou-se na identificação do tipo de predominância da qualidade vocal – adaptada, rugosa, soprosa ou tensa, e no grau de alteração da qualidade alterada, por meio da escala analógico-visual e sua correspondência numérica. A análise acústica do sinal vocal foi realizada no programa VoxMetria (CTS Informática) e abrangeu a configuração da distribuição das amostras vocais no diagrama de desvio fonatório quanto à área de normalidade, densidade, forma e localização nos quadrantes, e a extração de medidas acústicas como frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, correlação e GNE.

Resultados: Houve diferença significativa na localização das amostras vocais em relação à área de normalidade do diagrama, sendo que 100% (33) das vozes adaptadas encontraram-se dentro da área e 69,3% (113) das alteradas fora dela ($p < 0,001$). Vozes adaptadas apresentaram densidade concentrada (78,8%, 26) com diferença significativa das vozes alteradas ($p < 0,001$), que apresentaram densidade ampliada (56,4%, 92). Em relação ao tipo de voz, todas as vozes adaptadas localizaram-se no quadrante inferior esquerdo, 45% (27) das rugosas no quadrante inferior direito, 52,6% (30) das soprosas no superior direito e 54,3% (25) das tensas no inferior esquerdo. Quanto ao grau de alteração vocal, das 16 vozes alteradas avaliadas com grau 1, 93,8% (15) localizaram-se no quadrante inferior esquerdo. As vozes classificadas com grau 3 de alteração dividiram-se entre os quadrantes inferior e superior direitos. Dos desvios vocais intensos, 80% (8) localizaram-se no quadrante superior direito. O quadrante inferior esquerdo concentrou vozes avaliadas na escala analógico-visual até 35,5mm (grau 1) e algumas de 35,5 a 50,5mm (grau 2). As vozes com grau 3 de alteração distribuíram-se nos quadrantes inferior direito, superior esquerdo e superior direito, sendo que neste localizaram-se as vozes com pior grau de alteração. Os valores de *jitter* e *shimmer* diferenciaram as vozes tensas das rugosas

($p < 0,021$ e $p = 0,0032$; respectivamente) e das soprosas ($p = 0,021$ e $p = 0,005$, respectivamente). O GNE também diferenciou as vozes tensas das rugosas ($p = 0,003$) e das soprosas ($p < 0,002$), além de diferenciar vozes rugosas e soprosas ($p < 0,001$). A correlação entre F_0 e os demais parâmetros acústicos não foi significativa e a qualidade da correlação foi péssima: *jitter* ($p = 0,257$; -8,9%), *shimmer* ($p = 0,158$; -11,2%), correlação ($p = 0,285$; 8,4%) e GNE ($p = 0,790$; -2,1%).

Conclusões: O diagrama de desvio fonatório diferenciou vozes adaptadas e vozes alteradas. Vozes adaptadas localizaram-se dentro da área de normalidade e, a maioria das vozes alteradas, fora. Não houve relação entre tipo de voz, densidade e forma no diagrama. A distribuição das vozes nos quadrantes relacionou-se com o tipo e o grau da alteração da voz. O GNE foi o único parâmetro acústico capaz de diferenciar os três tipos de vozes alteradas.

Descritores: acústica da fala, percepção auditiva, distúrbios da voz, qualidade da voz

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A avaliação perceptivo-auditiva é a avaliação tradicional na rotina clínica fonoaudiológica. Embora críticas sejam feitas à subjetividade e à imprecisão terminológica envolvida neste procedimento^{1,2}, nem mesmo a análise acústica ameaçou sua soberania³. A avaliação perceptivo-auditiva permite a inferência de dados anatomofisiológicos importantes e pode prover informações sobre o grau de aceitação da voz avaliada e a limitação social da disfonia.

Avaliações objetivas são de importância inestimável na caracterização de vozes por propiciar a reprodutibilidade dos resultados⁴ e, para fins clínicos, oferecer ganhos imediatos⁵. Este tipo de avaliação contribui para uma maior compreensão acústica do resultado vocal e estreitar as linhas de associação entre as análises perceptivo-auditiva e acústica; prover dados normativos para as diferentes realidades vocais; oferecer documentação suficiente para traçar a linha de base da voz de um indivíduo; monitorar a eficácia de um tratamento e comparar resultados vocais de diferentes procedimentos terapêuticos; permitir o acompanhamento do desenvolvimento de uma voz profissional e servir como instrumento de detecção precoce de problemas vocais e laríngeos. Existe consenso sobre a necessidade de compreensão mais detalhada do sinal que se apresenta irregular ao ouvido, tanto por parte do clínico e pesquisador, quanto do indivíduo disfônico⁶. Entretanto, apesar da inquestionável contribuição da análise acústica vocal no atendimento ao paciente disfônico, a avaliação perceptivo-auditiva deve ser prioritariamente considerada, mesmo se sabendo que o ouvido humano é mais confiável para avaliar vozes adaptadas e que há diferenças individuais consideráveis na avaliação de vozes desviadas⁷.

Há diversos parâmetros vocais acústicos que podem ser obtidos facilmente por meio de um programa computadorizado ou por sistema de equipamentos específicos para tal função. Na prática clínica, os parâmetros mais importantes são a frequência fundamental e seus índices de perturbação, as medidas de ruído glótico, o perfil de extensão vocal e a análise visual do traçado da espectrografia acústica⁵.

A frequência fundamental é o parâmetro mais resistente aos diferentes sistemas de análise acústica⁵ e o menos sensível aos meios de gravação⁸. As medidas de perturbação da onda sonora a curto-prazo, o *jitter* e o *shimmer*, apesar de diretamente relacionadas aos ciclos glóticos sucessivos, não apresentam sensibilidade suficiente

para diferenciar vozes adaptadas de vozes alteradas. A validade destas medidas tem sido questionada em vozes que apresentam seus valores muito elevados^{9,10}, ou mesmo naquelas que apresentam disfonia em grau moderado^{11,12}.

A voz apresenta componentes de harmônico e ruído, além de certo grau de perturbação¹³. Em relação às medidas de ruído, existem diferentes índices acústicos que analisam os componentes aperiódicos do sinal sonoro. A importância destas medidas reside no fato de que o ruído acústico parece ser um excelente correlato do que o ouvido humano considera como disfonia⁵. As principais medidas de ruído glótico são: proporção harmônico-ruído (PHR), proporção sinal-ruído (PSR) e energia de ruído glótico (ERG).

Além disso, é importante mencionar que os programas mais utilizados para avaliação acústica da voz não são capazes de realizar a análise de vozes que tenham grau elevado de desvio. Os protocolos de análise acústica têm sido amplamente utilizados, apesar de muitas limitações. A questão levantada referente à possível limitação dos protocolos associa-se ao fato do resultado da análise do sinal sonoro estar refletindo uma opção algorítmica errada na extração dos valores de perturbação¹⁴.

Correlacionar os resultados acústicos com a avaliação perceptivo-auditiva e com mecanismos fisiológicos é uma tarefa complexa^{15,16,17,18,19}. Acredita-se que uma dimensão específica da qualidade vocal tenha uma ou mais pistas acústicas para sua percepção. Uma série de experimentos tentou determinar quais pistas estariam envolvidas nas dimensões específicas da qualidade vocal. O número limitado de características acústicas do sinal vocal é comum em alguns estudos, como as medidas de perturbação da frequência fundamental ou o ruído, embora estes estejam relacionados com modelos de produção de fala e não de sua percepção²⁰. Desta forma, mesmo havendo certa correlação entre as medidas da produção vocal e sua percepção, esta relação não é direta, nem linear. Assim, a busca por pistas acústicas da qualidade vocal deve ir além das medidas que já foram propostas para quantificar os aspectos da produção vocal.

Com a compreensão das limitações na utilização das medidas isoladas na análise acústica da voz, pesquisadores alemães propuseram um gráfico bi-dimensional, *Goettingen Hoarseness Diagram* – GHD^{14,19,21}, chamado originalmente de diagrama de rouquidão, como um dos métodos de avaliação quantitativa da periodicidade e do ruído do sinal sonoro, com suas características acústicas próprias.

O diagrama é baseado em quatro medidas acústicas: três delas relacionadas a diversos aspectos de irregularidade do sinal sonoro - *jitter*, *shimmer* e correlação; e a quarta, a um componente de ruído, denominado proporção sinal glótico/ruído excitado (GNE – *glottal to noise excitation ratio*). As medidas de periodicidade da onda sonora, utilizadas no diagrama de rouquidão, podem ser aplicadas em todas as amostras vocais, inclusive nas aperiódicas, ou seja, nas vozes desviadas em grau severo e extremo que, usualmente, não seriam passíveis de extração de parâmetros acústicos.

O diferencial do diagrama de rouquidão é avaliar as vozes que apresentam elevado grau de alteração, e os resultados desta aplicação clínica vêm se reproduzindo cada vez mais^{19,22,23,24}. De acordo com os autores, o diagrama mostra diferença estatisticamente significativa entre os grupos disfônicos e os diferentes mecanismos fonatórios, além de permitir o monitoramento da qualidade vocal durante o programa de reabilitação, não induzindo às contradições na interpretação dos resultados obtidos^{14,19,25}. O interesse e a aplicabilidade clínica do diagrama de rouquidão motivaram o desenvolvimento de um programa brasileiro, chamado Voxmetria (CTS Informática), que permite a extração de medidas acústicas e oferece a distribuição da amostra vocal no diagrama de desvio fonatório, baseado na proposta alemã, dentre outras funções²⁶.

Embora a análise acústica, quantitativa, ofereça informações complementares importantes, a avaliação da qualidade vocal é de natureza essencialmente perceptiva, e a avaliação perceptivo-auditiva é a considerada padrão ouro.

A relação entre a análise acústica da voz, a avaliação perceptivo-auditiva e do comportamento vocal, facilita a compreensão dos ajustes anátomofisiológicos empregados pelo paciente na produção da voz e, conseqüentemente, a elaboração de um plano de terapia mais eficiente e direcionado. Compreender como os dados destas avaliações correlacionam-se é mais importante do que traçar múltiplas avaliações em pacientes com queixa vocal²⁷.

As qualidades vocais mais comuns na clínica vocal diária são denominadas vozes rugosas, quando a impressão auditiva é de irregularidade fonatória, soprosas, na presença de ar não-sonorizado ao longo da emissão e, tensas, quando o esforço à fonação é perceptível^{5,28,29,30,31}. A identificação destas qualidades vocais é uma tarefa que pode ser complexa em determinadas situações, principalmente pelo fato de elas aparecerem, com frequência, de forma associada no mesmo paciente. No presente trabalho, para evidenciar a contribuição da análise acústica e auditiva, o diagrama de

desvio fonatório foi produzido para indivíduos com e sem alteração vocal, com vozes predominantemente adaptadas, rugosas, soprosas ou tensas selecionadas, na tentativa de se estabelecer uma correlação entre os tipos de voz, a distribuição no diagrama e os parâmetros acústicos obtidos.

1.1 Objetivos

O objetivo geral do trabalho foi verificar quais são as características discriminatórias do diagrama de desvio fonatório na distribuição acústica de amostras de vozes previamente classificadas, por meio de uma avaliação perceptivo-auditiva, como predominantemente rugosas, soprosas, tensas e adaptadas, em indivíduos adultos.

Os objetivos específicos são:

1. Verificar se o diagrama é capaz de discriminar indivíduos com vozes adaptadas e alteradas;
2. Analisar a área, a densidade, a forma e o quadrante das distribuições das amostras vocais no diagrama de desvio fonatório;
3. Verificar a capacidade de discriminação dos parâmetros *jitter*, *shimmer* e *correlação*, e sinal glótico/ ruído excitado (*glottal-to-noise excitation ratio*) – GNE, nos tipos de vozes estudados.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

Medidas da qualidade vocal são importantes para a avaliação clínica e para a análise do tratamento da disfonia e podem ser obtidas por métodos subjetivos e objetivos. Os julgamentos subjetivos, por serem de fácil obtenção, são geralmente empregados na avaliação clínica vocal, embora tenham baixa sensibilidade e confiabilidade. Apesar das medidas objetivas, por sua vez, terem sido consideradas promissoras no sentido de oferecerem melhor sensibilidade e especificidade, também não desempenharam satisfatoriamente esta função. Assim sendo, mais importante do que realizar múltiplas avaliações em pacientes com queixa vocal é compreender como os dados se relacionam. A proposta deste capítulo é oferecer uma seleção de contribuições bibliográficas sobre a avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal e análise das características acústicas de um sinal vocal relacionadas ao tipo de voz.

2.1 Qualidade vocal

Qualidade vocal é o termo empregado para designar o conjunto de características que identificam uma voz⁵. O tipo de voz refere-se ao padrão básico de emissão de um indivíduo e está relacionado com a seleção de ajustes motores empregados. A terminologia nesta área, no entanto, não é universal³¹, também pelo fato de utilizarmos palavras referentes a sensações de outros órgãos dos sentidos para descrever nossas impressões vocais. Por este motivo, os comitês de padronização de terminologia e definições têm tido tentativas frustrantes de uniformizar tal nomenclatura, ao longo das últimas décadas². Na clínica diária, a classificação impressionista mostra-se preferência internacional, sendo que alguns tipos de voz aparecem com maior frequência.

A análise perceptivo-auditiva é considerada padrão-ouro da avaliação vocal, tradicional na rotina clínica e soberana em relação às outras formas de avaliação. Essa forma de análise permite a caracterização da qualidade vocal e a quantificação do desvio vocal em um dado estímulo. Por ser um fenômeno essencialmente auditivo e de caráter subjetivo, depende de treinamento^{32,33}, tipo de estímulo, instrução da tarefa e experiência do avaliador^{5,7,16,20}.

A condição multidimensional da qualidade vocal destacou-se com os resultados da sequência de estudos voltados à validação de escalas de avaliação perceptivo-auditiva da voz, os quais traçaram várias observações a respeito da percepção da voz humana³⁴.

Embora a avaliação perceptivo-auditiva seja a análise mais comumente empregada na clínica e na pesquisa, a confiabilidade intra e inter-avaliadores é flutuante entre as pesquisas, e o ouvido parece ser mais confiável para avaliar vozes normais¹⁶. Pesquisas indicam que avaliadores frequentemente discordam na análise da qualidade vocal e sugerem que os fatores de discordância são o resultado dos métodos utilizados para coletar as avaliações e não problemas nas habilidades perceptivas ou inconsistência dos juízes^{20,35}.

Há uma série de escalas utilizadas para avaliação da voz, com o emprego de diferentes tarefas para a análise perceptivo-auditiva da qualidade vocal¹⁶. Dentre as escalas oferecidas, a escala GRBAS, o CAPE-V e a análise do perfil vocal (*Voice Profile Analysis Scheme – VPAS*) merecem destaque por apresentarem parâmetros comuns de identificação da qualidade vocal: rugosidade, sopro e tensão, dentre outros. A escala japonesa GRBAS, amplamente divulgada por Hirano³⁶, é baseada no trabalho de Isshiki³⁷ sobre rouquidão, e desenvolvida pelo *Committee for Phonatory Function Tests* da *Japan Society of Logopedics and Phoniatrics*. Esta escala, particularmente centrada em nível laríngeo, é utilizada internacionalmente com elevado grau de confiabilidade³⁸, é um método simples de avaliação do grau global da disfonia (G) pela identificação da contribuição de quatro fatores independentes, a saber: rugosidade (R – *roughness*); sopro (B – *breathiness*), astenia (A – *asteny*) e tensão (S – *strain*). O fator instabilidade (I – *instability*) foi acrescentado à escala japonesa, que passou a ser denominada GIRBAS³⁰.

O protocolo CAPE-V, *Consensus Auditory–Perceptual Evaluation of Voice - Consenso da Avaliação Perceptivo-auditiva da Voz*, foi desenvolvido por um grupo de fonoaudiólogos americanos especialistas em voz, que fazem parte da SID-3 da ASHA em 2003, e adaptado ao português³⁹ em 2004. O protocolo é formado por atributos perceptivos da voz: grau geral de severidade, rugosidade, sopro, tensão, *pitch* e *loudness*.

Já a análise do perfil vocal é uma proposta de avaliação, apresentada por Laver⁴⁰, por meio da aplicação de um modelo fonético para a descrição da voz. Baseia-se no conceito de que a qualidade vocal não se restringe à atividade laríngea, mas

envolve a descrição de ajustes de longo prazo utilizados pelo indivíduo. O protocolo original⁴⁰ foi traduzido e modificado para o português⁴¹. Esta análise do perfil vocal trabalha com unidades analíticas, denominadas *settings*, tirando o foco exclusivamente glótico. É, provavelmente, a escala mais completa e adequada para se trabalhar do ponto de vista multicultural, além de ser também indicada para a descrição de vozes normais⁴¹.

Poucos foram os estudos que investigaram os correlatos acústicos na severidade da disфонia, diferente do que ocorre com o tipo de voz. Mensurar o grau da disфонia por meio de escalas faz parte da prática clínica^{42,43,44}, embora seja considerada uma tarefa difícil⁴⁵.

A escala analógico-visual (EAV) é amplamente utilizada na área da saúde para a mensuração de fenômenos subjetivos^{20,35,46}. Corresponde a uma linha de 100mm na qual o paciente, ou o avaliador, é orientado a marcar a quantidade de sensação experienciada no momento. Cada milímetro corresponde a um grau de desvio e, portanto, a escala oferece 100 possibilidades de graduação⁴⁶. O grupo finlandês⁴⁷ utilizou-a como critério de diferenciação entre vozes normais e alteradas, definindo o valor de 34mm. A EAV demonstra ser uma forma de análise robusta, sem sofrer influência de aspectos culturais, visto que os resultados brasileiros foram bastante próximos 34,5mm⁴⁸ e 35,5mm⁴⁹. Escalas numéricas usam números equidistantes, entre 1 e n para indicar desvios na estabilidade vocal^{5,28,36,40,50}. As escalas de 7 pontos são as mais utilizadas, seguidas das de 5 pontos¹⁶.

O estudo brasileiro de Yamasaki⁴⁹ estabeleceu uma correspondência entre a escala analógico-visual (EAV) e a escala numérica (EN) da percepção auditiva da voz. A seleção da EN de 4 pontos foi utilizada por representar a prática corrente na clínica vocal^{51,52}. A determinação dos valores de corte para os diferentes graus de alteração vocal mostrou-se possível e apresentou, na EAV, limites de 35,5 mm para a variabilidade normal da qualidade vocal - VNQV, que inclui desvio leve, denominado grau 1 na escala numérica. O grau 2 representou uma região estreitada para o desvio de leve a moderado (35,5 a 50,5 mm). O grau 3 compreendeu uma faixa ampla para a categoria de desvio moderado a intenso (50,5 a 90,5 mm) e, uma faixa exígua para o desvio intenso (acima de 90,5 mm) representou o grau 4. Portanto, os resultados mostraram que as diferenças entre essas 4 categorias não obedecem à partição matemática de 25 mm iguais⁴⁹. A CIF (Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde) propõe que a quantificação de um defeito seja classificada em

uma escala de 5 pontos: 0-sem problemas (0-4%), 1-problema discreto (5-24%), 2-moderado (25-49%), 3-severo (50-95%) e 4-problema completo. Provavelmente, a utilização de uma EN de 5 pontos permitiria uma melhor definição da variabilidade normal das vozes, talvez até mesmo possibilitando uma separação dos desvios leves, assim como uma categorização mais precisa dos desvios intensos.

A voz pode ser medida objetivamente de diversas maneiras, mas a avaliação da qualidade vocal é de natureza essencialmente perceptiva. A percepção da qualidade vocal pelos ouvintes envolve uma combinação específica de um padrão de processamento holístico associado à análise das características do estímulo. Isso é comprovado pois os pacientes procuram por tratamento porque suas vozes não lhes soam bem. Do mesmo modo, os pacientes determinam o sucesso do tratamento de acordo com a impressão que têm de suas próprias emissões. Em dois experimentos controlados sobre uma única qualidade vocal, rouquidão, os resultados sugeriram que os níveis médios de confiabilidade intra e intersujeitos são relativamente altos, porém com uma considerável variabilidade subjacente aos valores médios. As classificações variaram mais em vozes alteradas do que em vozes normais, e mais nas vozes com grau de desvio discreto a moderado do que nas categorias extremas¹⁶.

A análise perceptivo-auditiva apresenta aspectos ainda desconhecidos e com grande variabilidade. Ouvintes não experientes normalmente concordam sobre as dimensões da qualidade vocal que pareçam ser mais importantes, tanto para vozes normais como patológicas; já os experientes não concordam tão facilmente^{20,35,53}. Ao mesmo tempo, discordâncias podem ser reflexos das diferenças de treinamento e experiência profissional^{50,53,54}. O sistema de referência interna dos avaliadores é idiossincrático e varia intra e inter-ouvintes, de acordo com a experiência prévia e do contexto acústico no qual as análises são feitas³⁵.

Para a execução da tarefa de análise perceptivo-auditiva, sugere-se o uso de fone bilateral ou intracanal, pelo fato de ser ainda desconhecido o tempo e a frequência de respostas dos alto-falantes e pela reverberação do som. Há necessidade de não apenas identificar a qualidade vocal, mas também quantificá-la por meio de escalas e estímulos de comparação. Medidas acústicas são relacionadas ao modelo de produção de fala e não de percepção, resultando em uma relação indireta da acústica com a auditiva. Pode-se afirmar, com alto grau de confiabilidade, que a percepção da qualidade vocal é multidimensional, ou seja, que não está relacionada a apenas uma

modificação acústica²⁰. Certamente, a análise qualitativa pode dirigir o uso de medidas acústicas do arsenal do avaliador⁵⁵.

Os protocolos de avaliação deveriam controlar todas as fontes de variabilidade nas respostas dos ouvintes, sejam elas relevantes ou indesejáveis. Tem-se estudado o uso de estímulos de comparação, com a finalidade de eliminar a referência interna dos ouvintes e aumentar a concordância inter-avaliadores. A concordância foi maior no uso de estímulos de comparação customizados (96%) e não há outros fatores envolvidos para prever a concordância inter-avaliadores³⁵.

As correlações entre avaliação perceptivo-auditiva e medidas objetivas da qualidade vocal apresentam resultados distintos. Apesar de algumas referências a correlações positivas detectadas, foram apontadas limitações quanto ao estabelecimento de relações estreitas entre as dimensões perceptiva e acústica da voz⁶.

A confiabilidade e a sensibilidade de três medidas acústicas (*jitter*, *shimmer* e proporção harmônico-ruído) em 145 vozes disfônicas, por meio do programa MDVP, mostraram que o grau de concordância variou de fraco a moderado, o que sugere que a análise de dados computadorizados de sistemas ou medidas não deve ser realizada isoladamente⁵⁶.

2.2 Medidas acústicas do sinal vocal

Na tentativa de procurar uma padronização dos métodos de análise de perturbações da voz, Titze²⁹ propôs uma classificação dos sinais acústicos, para torná-los passíveis de análise confiável: Tipo I, sinal quase periódico, sem mudanças qualitativas na análise do segmento; Tipo II, sinal com mudanças qualitativas no segmento; e, Tipo III, sinal sem estrutura periódica aparente. Apenas sinais tipo I permitem mensurações de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, proporção harmônico-ruído, enfim, das perturbações da onda sonora.

A frequência fundamental – F_0 é a velocidade na qual uma forma de onda se repete por unidade de tempo^{13,57}. É determinada fisiologicamente pelo número de ciclos por segundo, ou seja, pelo número de ciclos glóticos que se repetem. Os fatores de determinação da frequência fundamental e sua variação em extensão vocal são o comprimento natural da prega vocal, o alongamento, a massa em vibração e a tensão

envolvida. A F_0 é afetada pelo sexo e idade, com uma distribuição média de 80 a 250 Hz, nos adultos jovens, sendo que nos homens a faixa de frequência vai de 80 a 150 Hz, e de 150 a 250 Hz nas mulheres^{5,57}.

Medidas de perturbação da onda sonora, representativas de instabilidade da produção vocal, foram propostas na tentativa de se obter parâmetros objetivos que representassem os desvios da qualidade vocal⁵⁸, e podem ser divididas em duas categorias, no curto-prazo e longo-prazo. Os índices de perturbação no curto-prazo refletem fenômenos de comparação ciclo-a-ciclo e, por isso, apresentam importância clínica^{5,13}. Os chamados índices de perturbação da frequência fundamental e da amplitude da onda, respectivamente denominados *jitter* e *shimmer*, são estudados desde a década de 60⁵⁹. Entretanto, medidas quantitativas utilizadas nos estudos acústicos devem estar sempre acompanhadas de análises qualitativas, principalmente por meio de hipóteses perceptivas ou observações⁵⁵.

O *jitter* e o *shimmer* podem ser expressos por meio de medidas absolutas ou de medidas relativas à frequência fundamental, sendo que a tendência é de se empregar medidas relativas. Há vários índices de *jitter* absoluto, os quais expressam a diferença média absoluta entre os períodos sequenciais medidos durante fonação sustentada. As medidas relativas de *jitter* que consideram a frequência fundamental média são: fator médio de *jitter*, proporção de *jitter*, índice de variabilidade dos períodos, perturbação média relativa (*jitter* RAP, *relative average perturbation*), RAP%, quociente de perturbação da frequência (PPQ, *period perturbation quotient*) e desvio da linearidade. Os métodos de extração do *shimmer* incluem: *shimmer* médio em decibels, *shimmer* médio em porcentagem e quociente de perturbação de amplitude (APQ). Medidas de *jitter* e *shimmer* são utilizadas como indicador da estabilidade vocal.

Algumas sugestões foram compartilhadas para a obtenção dos valores de *jitter* e *shimmer*, a saber: extração por análise de vogal sustentada, numa única frequência e intensidade, em emissão habitual, eliminando-se o início e o fim da produção por suas características irregulares e, lembrando-se que há variações intrínsecas de cada vogal e, portanto, a mesma deve ser indicada. Ambos os parâmetros não indicam grandes saltos de frequência e intensidade, respectivamente, mas sim pequena variabilidade entre os sucessivos ciclos glóticos⁵. Os dois parâmetros sofrem influência do sexo¹³ e da idade do falante⁵.

O *jitter* altera-se principalmente com a falta de controle da vibração das pregas vocais e se correlaciona com a aspereza; já o *shimmer*, altera-se principalmente nas

situações de redução da resistência glótica ou presença de lesões de massa e correlaciona-se com a presença de ruído à emissão e soprosidade⁵. A turbulência de ar que está relacionada com a soprosidade leva a um sinal acústico que tende a ser menos periódico do que nas vozes não soprosas, porque o componente periódico da fonte sonora é inerentemente fraco nas frequências médias e altas⁶⁰. Entretanto, considera-se que os valores de *shimmer* correlacionam-se menos diretamente com as diferentes disfonias que os valores de *jitter*⁵. O *jitter* é descrito como preditor efetivo de rouquidão^{61,62} e soprosidade^{15,17}. Outros autores acreditam que a rugosidade seja caracterizada tanto pelo *jitter* e *shimmer*, quanto pela presença de sub-harmônicos no espectro de energia⁶³.

As tentativas de correlacionar consistentemente a magnitude do *jitter* com as alterações vocais foram frustrantes. A conclusão é que medidas de *jitter* não contribuem para o diagnóstico vocal^{64,65}. Além disso, as medidas de perturbação parecem ser sensíveis às variações no algoritmo usado para a extração dos parâmetros acústicos e sistemas de análise⁶⁵.

Vozes adaptadas apresentam quantidade de ruído esperada, relacionada às variações da produção da voz⁵ e diferentes índices acústicos analisam os componentes aperiódicos do sinal sonoro. Pelo fato do ruído acústico parecer um excelente correlato de disfonia^{66,67}, vários estudos^{37,68,69,70} foram realizados a partir da década de 60. As principais medidas de ruído descritas são: proporção harmônico-ruído - PHR, proporção sinal-ruído – PSR, energia de ruído glótico – ERG e sinal glótico/ ruído excitado - GNE.

A proporção harmônico-ruído - PHR, conhecida por *Harmonic-to-Noise Ratio* – HNR^{61,67,71}, medida em decibels, contrasta o sinal regular das pregas vocais com o sinal irregular das pregas e do trato vocal, oferecendo um índice que relaciona o componente ruído harmônico *versus* o componente de ruído da onda⁵. A primeira tentativa de análise computadorizada da proporção harmônico-ruído surgiu na década de 80, após uma década de estudos^{72,73}. O método foi considerado complexo e oneroso para propósitos clínicos, apesar de ter-se mostrado o melhor preditor do grau de disfonia, dentre outros parâmetros acústicos estudados⁶¹. Os valores da PHR são estatisticamente diferentes em relação ao sexo, sendo que o sexo feminino apresenta valores maiores^{15,74}. Desde a sua criação, a PHR foi considerada um dos melhores parâmetros de aplicação clínica, tanto na quantificação dos desvios vocais como na avaliação dos procedimentos de tratamento da disfonia, apresentando relação direta

com a qualidade vocal^{13,75}.

Variações na qualidade vocal, causadas por mudanças nos padrões de vibração das pregas vocais, demonstraram que a proporção harmônico-ruído, isolada de cada harmônico, revelou ser o melhor índice do grau de sopro⁷⁶. Outros trabalhos evidenciaram relação da PHR com a rouquidão^{15,61,77}. O desenvolvimento da tecnologia tornou o procedimento de extração da PHR mais viável para a análise vocal na clínica diária⁷⁸. A diferença dos valores da PHR foram estatisticamente significantes em condições pré e pós reabilitação vocal^{75,79}. Apesar da proporção harmônico-ruído ter sido considerada um importante correlato acústico da qualidade vocal, esta correlação deu-se de forma complexa; por exemplo, vozes adaptadas apresentaram valores reduzidos da PHR e, vozes disfônicas apresentaram valores aumentados, e ainda assim foram classificadas como vozes alteradas; não houve relação direta entre os valores da PHR e a avaliação perceptivo-auditiva do grau de alteração da qualidade vocal⁷⁵.

A proporção sinal-ruído – PSR, *Signal-to-Noise Ratio* – SNR⁸⁰, também medida em decibels, contrasta a energia total do sinal com o componente ruído. Esta medida tem sido pouco utilizada na prática clínica, embora a maioria dos programas extraia seu valor⁸¹.

Outra opção de análise do componente de ruído da onda glótica é a energia de ruído glótico – ERG, conhecida em inglês por *Neutralized Noise Energy* – NNE, variante da PHR, também expressa em decibels. Ela mede o ruído da onda sonora através da subtração do componente harmônico, feita por meio de filtros especiais, e são fortemente indicativos de aperiodicidade fonatória. Por ter como base o resultado do ruído em si, o ERG transformou-se em um índice sensível na diferenciação de vozes normais e disfônicas^{3,5,82}.

Os valores de F_0 , *jitter*, *shimmer*, PHR e ERG foram comparados em três grupos de mulheres: grupo controle, grupo com disfonia e fenda triangular médio-posterior e grupo com disfonia e nódulo vocal. Os valores da frequência fundamental, *jitter* e proporção harmônico-ruído foram semelhantes nos três grupos estudados; o grupo com disfonia e nódulo apresentou valores de *shimmer* mais elevados e, por fim, concluiu que a medida de ruído glótico foi o único parâmetro que diferenciou os três grupos estudados. O trabalho apontou a energia de ruído glótico como o parâmetro mais sensível à análise acústica com finalidades clínicas em indivíduos com vozes alteradas⁸². Desta forma, enquanto a proporção harmônico-ruído é útil nas vozes

normais, a energia de ruído glótico parece oferecer mais dados nas vozes disfônicas⁵. Os resultados das análises acústicas baseavam-se, então, nas medidas de duas características, irregularidades do padrão vibratório e turbulência da corrente aérea.

A necessidade de medir parâmetros acústicos que representassem o mecanismo de produção da voz, ou seja, a principal característica do processo de produção da voz, fez com que outro parâmetro fosse descrito, o GNE – *glottal-to-noise excitation ratio*, proporção sinal glótico/ruído excitado^{19,25}. O objetivo era a obtenção de um parâmetro que mensurasse o ruído adicional independentemente do ruído modulado. O GNE indica se o sinal vocal está sendo originado pela vibração das pregas vocais ou pela corrente de ar turbulenta gerada no trato vocal^{21,25}. Os experimentos realizados com sinal artificial demonstraram que apenas a extração dos valores da GNE foi quase totalmente independente dos valores de *jitter* e *shimmer*, diferente de outras medidas de ruído^{14,19,21,25}. Enquanto estas medidas mostraram valores similares para todas as vozes alteradas, mesmo com os sinais acústicos apresentando características distintas, o GNE apresentou ótima performance na avaliação independente do componente de ruído. Desta forma, tornou-se um parâmetro viável de ser utilizado em todas as alterações vocais¹⁴.

A proporção GNE está relacionada à soproidade, embora não seja uma medida diretamente extraída deste componente. O grupo alemão, responsável pela descrição do GNE, propõe que a relação entre *jitter*, *shimmer* e GNE favoreça a obtenção de uma descrição mais confiável da qualidade vocal²⁵.

Muitos estudos questionaram a validade de medidas de perturbação em vozes extremamente desviadas^{9,10,29}, ou mesmo em disfonias moderadas^{11,12}. Tal fato pode ser atribuído à escolha do algoritmo para a extração dos valores²⁵.

A medição independente da irregularidade da onda sonora e do ruído adicional em vozes disfônicas deveria permitir a observação de diferentes qualidades perceptivo-auditivas ou fundamentar as condições fisiológicas da fonte sonora²¹. Para facilitar a interpretação de características acústicas, o diagrama de rouquidão – *hoarseness diagram* foi então proposto^{14,19,21}. O diagrama de rouquidão permite a descrição bidimensional e a representação gráfica de características vocais, baseada em quatro medidas acústicas^{14,19,21,25}, sendo que três delas avaliam diferentes aspectos da periodicidade do sinal e uma mede o componente de ruído. A aperiodicidade traduz as perturbações da F_0 , descritas pelo *jitter*, a amplitude ou energia, descrita pelo *shimmer*, e a forma da onda. O *jitter* e o *shimmer* são medidos pelo quociente de perturbação⁸³.

Variações na forma de onda são obtidas pelo coeficiente de correlação (WMC – *waveform matching coefficient*), por meio do algoritmo de correlação (WMA – *waveform matching algorithm*), que calcula a máxima correlação para cada par de ciclos sucessivos e é a terceira medida acústica que compõe o eixo X, a abcissa, do diagrama de rouquidão. O componente de ruído adicional é medido pelo GNE, representado no eixo Y, a ordenada, baseado na correlação do cálculo dos envelopes de Hilbert para os canais de diferentes frequências de filtragens inversas da onda. Um valor próximo a 1 reflete uma excitação como pulso, excitação normal da fonte sonora, enquanto valores próximos a 0 resultam de uma excitação como o ruído, por exemplos em vozes sussurradas^{21,25}.

O GNE é capaz de demonstrar diferença significativa nos diferentes mecanismos fonatórios, nas alterações vocais específicas, além de monitorar a qualidade vocal durante a reabilitação da voz^{14,19,21,25}. O GNE permite avaliar diferenças inter e intraindivíduos, com boa confiabilidade, além de possibilitar a comparação entre os sexos, já que nenhum dos parâmetros utilizados depende da determinação da frequência fundamental⁸⁴. O diagrama de rouquidão é capaz de diferenciar vozes adaptadas e alteradas, além de permitir a descrição do grau de desvio de uma voz^{19,25,84}.

O diagrama foi utilizado pela primeira vez em pacientes submetidos à cirurgia de cabeça e pescoço por permitir a avaliação da voz com qualquer grau de severidade. As vozes traqueoesofágicas foram comparadas às vozes de pacientes submetidos à laringectomia parcial, pré e pós-intervenção fonoaudiológica. Os grupos localizaram-se em lugares distintos no diagrama e se aproximaram da intersecção dos eixos X e Y, no momento pós-intervenção²³.

O diagrama de rouquidão também permitiu a documentação objetiva da voz e o acompanhamento fácil e confiável de pacientes submetidos à tireoplastia com implante de titânio²². Recentemente, foi utilizado como método objetivo de avaliação vocal em tratamento cirúrgico de paralisia bilateral de pregas vocais, com resultados eficientes²⁴.

A localização de vozes distintas em diferentes regiões do diagrama de rouquidão demonstrou que o mesmo pode ser aplicado para a descrição quantitativa de dois aspectos acústicos da qualidade vocal, regularidade e componente de ruído adicional, confirmando que os métodos e algoritmos utilizados para estas tarefas são robustos¹⁴.

A aplicabilidade clínica do diagrama na clínica fonoaudiológica motivou o desenvolvimento de um programa para mensuração de dados acústicos, que também

incluísse a proposta de análise alemã²⁶. O programa brasileiro, chamado Voxmetria (CTS Informática), possui dois modos de análise: Análise Vocal e Qualidade Vocal. Enquanto o modo Análise Vocal é mais utilizado na análise acústica da fala encadeada, o modo Qualidade Vocal realiza a extração de medidas acústicas e oferece a distribuição da voz no diagrama de desvio fonatório da emissão sustentada de uma vogal. Optou-se por utilizar o termo desvio fonatório uma vez que rouquidão é frequentemente usada como sinônimo de alteração vocal. É antiga a citação da literatura que já alertava contra a tendência de se considerar os desvios da qualidade vocal sob denominação comum de rouquidão, que acabava por refletir uma ampla variedade de irregularidades do sinal vocal⁸⁵.

Em nossa realidade, o emprego do diagrama de desvio fonatório indicou maior deslocamento da emissão *Y-Buzz* em direção à normalidade dos eixos de irregularidade e ruído, se comparada à emissão habitual⁸⁶.

Apesar da contribuição potencial do diagrama de rouquidão, deve-se lembrar que a análise acústica tradicional é baseada na linearidade da Teoria Acústica da Produção da Fala, modelo fonte-filtro para a produção das vogais⁸⁷. Entretanto, este modelo não é suficiente para explicar todos os eventos da voz e da fala. Uma das importantes limitações citadas na literatura é assumir a independência da fonte e do filtro, uma vez que ambos interagem⁸⁸. Modelos que consideram a não-linearidade podem auxiliar com outros resultados. Acredita-se que o fato dos músculos e tecidos serem não lineares e as propriedades biomecânicas modeladas, soluções não-lineares poderiam tornar-se úteis. Nesta linha de raciocínio, a produção sonora do trato vocal não é nem linear, nem passiva. Uma modificação da qualidade vocal pode ser o resultado de múltiplos traços acústicos que interagem de uma maneira complexa e frequentemente não linear²⁰.

3 MÉTODO

3 MÉTODO

O estudo, observacional transversal prospectivo, foi realizado na Disciplina dos Distúrbios da Comunicação Humana, Departamento de Fonoaudiologia, da Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIFESP, sob o protocolo CEP0608/07 (Anexo 1). Todos os participantes assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo 2).

Foram analisadas 235 amostras aleatórias de vozes de indivíduos adultos, de ambos os sexos, na faixa etária entre 19 e 70 anos, avaliados no Setor Interdepartamental de Laringologia e Voz, da UNIFESP, no período de abril a dezembro de 2006. Os indivíduos foram divididos em dois grupos, com e sem alteração vocal. O grupo com alteração vocal, das vozes alteradas, foi formado por 184 vozes e os critérios de inclusão foram: indivíduos com queixas de alteração vocal e com qualidade vocal alterada à triagem vocal, que procuraram atendimento especializado. O grupo sem alteração vocal, das vozes adaptadas, foi formado por 51 vozes de acompanhantes de pacientes ou funcionários do setor. Para este grupo, os critérios de inclusão foram: ausência de queixa vocal e qualidade vocal adaptada, de acordo com a triagem fonoaudiológica, realizada pela própria pesquisadora. Nenhum indivíduo apresentou queixa de qualquer outro distúrbio da comunicação.

Todas as vozes foram submetidas a dois tipos de análise: avaliação perceptivo-auditiva e análise acústica da emissão. A avaliação perceptivo-auditiva concentrou o tipo de predominância da qualidade vocal – adaptada, rugosa, soprosa ou tensa e o grau de alteração da qualidade predominante. A análise acústica do sinal vocal foi realizada no programa VoxMetria, versão 2.7h (CTS Informática). A análise abrangeu extração de medidas acústicas, a saber: frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, correlação e GNE, além da análise da configuração da distribuição das vozes no diagrama de desvio fonatório. As vozes passaram a compor o banco de dados da presente pesquisa.

A amostra vocal de cada participante consistiu na emissão sustentada da vogal /ε/, em intensidade e frequência confortáveis⁵ auto-selecionadas, registrada diretamente no computador. A vogal /ε/ foi escolhida por ser uma vogal oral, média,

aberta e não arredondada⁸⁹, utilizada nos exames laringológicos no Brasil, na maioria dos programas de análise acústica computadorizada e por ser a vogal sugerida no programa utilizado.

Para o registro das vozes, os indivíduos permaneceram em ambiente silencioso, com ruído de fundo abaixo de 48dB, valor obtido por meio do *dB Meter Realistic (Radio Shack)*, utilizado na sala de gravação. Os indivíduos ficaram em posição sentada, com microfone de cabeça, unidirecional, com faixa reta de respostas, da marca *Plantronics* (modelo Audio 20), posicionado a 1cm do canto da boca, em posição diagonal, acoplado a um computador *desktop*, com memória de 512Mb, HD de 40Gb, placa de som *off board (Sound Blaster Audigy 7.1)*. As vozes foram registradas por meio do programa *Sound Forge*, versão 4.5, com taxa de amostragem de 44.100Hz e quantização à 16 bits. A entrada do som foi diretamente regulada no controle de volume do *Windows*, conforme o monitoramento na régua de medição do programa de gravação *Sound Forge*, com entrada de áudio aproximada de -6dB. Os registros que ultrapassaram o limite de -6dB foram regravados com volume reajustado até preencherem os requisitos de gravação.

Cada amostra de voz foi editada no próprio *Sound Forge*, desprezando-se o início da emissão (*raise*), que apresenta a instabilidade típica da fase de ataque vocal e, considerando-se aproximadamente os três segundos subsequentes. Poucas amostras totalizaram apenas dois segundos e meio de duração, em decorrência do reduzido tempo de fonação do indivíduo. Três amostras do grupo com alteração vocal foram descartadas por insuficiência na qualidade do registro. O total de vozes foi então reduzido para 232.

Os registros foram normalizados manualmente, no próprio controle do programa *Sound Forge*, no controle *normalize* e modo de nível de pico (*peak level*), a fim de se obter uma padronização na saída de áudio para todas as emissões na faixa de intensidade entre -6dB e 6dB. Foi produzido um arquivo com todas as amostras, acrescidas de 10% de repetição aleatória, para a análise de confiabilidade intra-avaliador, com um mínimo de 68%.

Três fonoaudiólogas especialistas em voz, com média de idade de 34 anos e mais de cinco anos de atuação clínica vocal, participaram como avaliadoras, em julgamento independente. As especialistas avaliaram as vozes por meio de análise perceptivo-auditiva, após três sessões de treinamento para a realização da tarefa, totalizando 6 horas. Foram avaliadas 255 vozes, sendo 181 vozes do grupo com

alteração vocal, 51 do grupo sem alteração vocal e 23 repetições aleatórias, para confiabilidade intra e inter-avaliadores, por meio de fone de ouvido bilateral *Plantronics* (modelo Audio 90), em intensidade de reprodução média confortável a cada avaliadora. Para esta análise, foi solicitado que as juízas revisassem as instruções da tarefa executada no treinamento, escutassem as emissões quantas vezes fossem necessárias e, posteriormente, marcassem a predominância do tipo de voz, imediatamente após o término da escuta de cada emissão (Anexo 3).

As avaliadoras tinham cinco opções de marcação após a escuta das emissões: voz adaptada, voz predominantemente rugosa, voz predominantemente soprosa, voz predominantemente tensa ou outra. O conceito voz adaptada foi baseado na definição que sugere o uso do termo em situações nas quais a produção vocal é de qualidade aceitável socialmente, não interfere na inteligibilidade de fala, apresenta frequência, intensidade, modulação e projeção apropriadas para sexo e idade do falante⁹⁰. Os critérios para a categorização auditiva nos tipos de voz estudados foram definidos da seguinte forma: voz predominantemente rugosa, quando a impressão auditiva era de irregularidade fonatória; voz predominantemente soprosa, quando havia presença de ar não-sonorizado ao longo da emissão; ou, voz predominantemente tensa, quando se percebia esforço à fonação³¹. Quando não havia predominância evidente ou quando a amostra era indicativa de outro tipo de voz, os avaliadores foram orientados a assinalar a categoria outra. Esta metodologia tinha por objetivo maximizar as diferenças acústicas dos tipos predominantes de voz, e não eliminar a maioria das amostras em função da característica multidimensional da disfonia.

As vozes que obtiveram concordância de, pelo menos, duas juízas foram incluídas para a segunda etapa do trabalho, a da avaliação acústica. As demais foram excluídas do estudo. É interessante dizer que, houve concordância entre as três juízas na avaliação perceptivo-auditiva da predominância da qualidade vocal em 51,5% (84) da amostra e, entre duas, em 48,5% (79) das vozes, embora nenhum estudo tenha sido realizado com estes resultados. Das 181 vozes do grupo com alteração vocal, foram excluídas 18, totalizando 163. Das 51 vozes do grupo sem alteração vocal, apenas 33 foram avaliadas como apresentando vozes adaptadas. Após a exclusão das vozes não concordantes, a amostra final foi composta por 196 vozes, sendo 163 do grupo com alteração vocal, com algum tipo de predominância e, 33 do grupo sem alteração vocal, consideradas adaptadas (Tabela 1). Das 163 vozes alteradas, 60 (36,8%) foram classificadas como rugosas, 57 (35%) como soprosas e 46 (28,2%)

como tensas.

Tabela 1 - Distribuição dos tipos de voz predominante, de acordo com o sexo

Sexo	Rugosas		Soprosas		Tensas		Adaptadas	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Feminino	19	31,7	41	71,9	31	67,4	17	51,5
Masculino	41	68,3	16	28,1	15	32,6	16	48,5
p-valor	< 0,001		< 0,001		< 0,001		0,806	
Total	60	100	57	100	46	100	33	100

Teste de Igualdade de duas proporções

A distribuição das amostras vocais nos diferentes grupos ocorreu conforme o esperado. A amostra aleatória traduziu a realidade clínica do ambulatório de Laringologia e Voz - UNIFESP, demonstrando maior ocorrência de rugosidade em vozes masculinas e de soprosidade em vozes femininas^{91,92}.

A subdivisão por sexo das amostras vocais não foi considerada por não fazer parte do objetivo do trabalho. Além disso, o projeto piloto realizado não indicou diferenças importantes que justificassem tal análise. O sexo só foi considerado na extração da frequência fundamental, pois este parâmetro acústico é dele dependente^{13,57}.

Nas vozes alteradas, além da predominância do tipo de voz, as juízas marcaram, no mesmo protocolo (Anexo 3), o grau de alteração do parâmetro selecionado. As vozes adaptadas não foram submetidas a esta análise. O grau de alteração da qualidade predominante foi realizado por meio da escala analógico-visual, composta por uma linha de 100 milímetros, no qual o extremo à esquerda representa ausência de alteração vocal e o extremo à direita representa grau máximo de alteração^{47,48,49}. O estudo de Yamasaki⁴⁹ estabeleceu uma correspondência entre a escala analógico-visual (EAV) e a escala numérica (EN) na percepção auditiva da voz. A seleção da EN de 4 pontos foi utilizada por representar a prática corrente na clínica vocal^{51,52}. O grau 1 da escala numérica corresponde à variabilidade normal da qualidade vocal, com valores até 35,5 mm na EAV; o grau 2 representa uma região estreitada para os desvios de leve a moderado (35,5 a 50,5mm); o grau 3, por sua vez, corresponde a uma faixa ampla para os desvios moderados (50,5 a 90,5mm);

finalmente, o grau 4 representa uma faixa exígua para os desvios intensos (acima de 90,5mm), conforme representado na Figura 1.

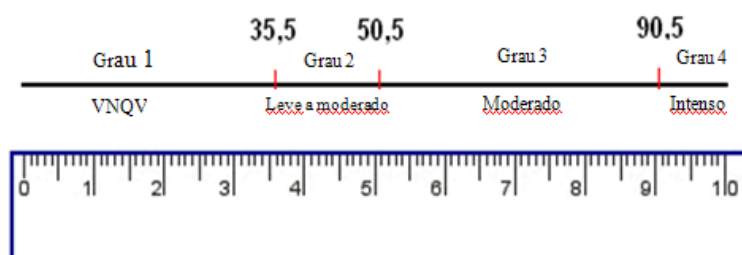


Figura 1 – Grau da alteração vocal na EAV⁴⁹

Os cálculos das marcações de cada juíza foram efetuados pela pesquisadora, com auxílio de uma régua com 100 milímetros. A verificação das medidas foi realizada por uma segunda avaliadora, não havendo divergências entre valores obtidos. Os valores médios do grau da alteração vocal foram apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios da alteração vocal, com base na escala analógico-visual e numérica, nos diferentes tipos de voz

Tipo de voz	Grau de alteração		p-valor
	EAV	EN	
Rugosa	59,62	3	0,755
Soprosa	61,82	3	
Tensa	59,59	3	

Teste de Kruskal-Wallis

Embora a escala numérica tenha apresentado o mesmo grau médio de alteração para os diferentes tipos de voz, a escala analógico-visual registrou pequenas diferenças entre os valores, contudo sem diferença estatisticamente significativa. As vozes rugosas e tensas apresentaram praticamente os mesmos valores médios (59,62 e 59,59mm, respectivamente); porém, a voz soprosa obteve a maior média do grau da alteração 61,82mm (Tabela 2).

Para a execução da análise acústica das amostras vocais, foi utilizado o programa VoxMetria, versão 2.7h (CTS Informática), instalado em um computador Compaq, modelo Presario NV500. As vozes foram importadas do mesmo CD utilizado para a análise perceptivo-auditiva, na função Qualidade Vocal. Desta análise, foram utilizados valores obtidos do relatório estatístico (Figura 2) dos seguintes parâmetros acústicos: frequência fundamental – F_0 , *jitter*, *shimmer*, correlação e GNE.

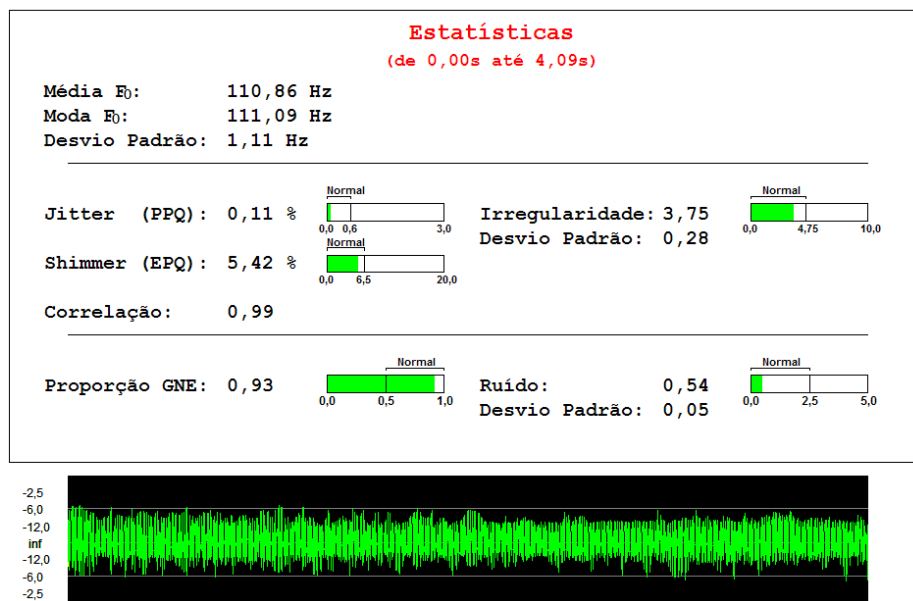


Figura 2 - Exemplo de relatório estatístico, oferecido pelo programa Voxmetria, de uma voz adaptada

A frequência fundamental é a velocidade na qual uma forma de onda se repete por unidade de tempo. Fisiologicamente, é determinada pelo número de ciclos glóticos que se repetem, sendo expressa em Hz (1Hz = 1 ciclo/segundo). Para os homens, a faixa da frequência fundamental varia de 80 a 150Hz; e, para as mulheres, de 150 a 250Hz. Para falantes do português de São Paulo, a frequência fundamental média encontrada foi de 113Hz para homens e 205Hz para mulheres⁵⁷.

O *jitter*, variabilidade da frequência fundamental no curto-prazo, expressa o quanto um período é diferente do anterior ou de seu sucessor imediato, não levando em consideração as alterações voluntárias da frequência. As medidas relativas ao *jitter* são expressas em porcentagem (%) e o valor limite de normalidade estabelecido no programa é de 0,6%. O *shimmer*, variabilidade da amplitude da onda sonora no curto-

prazo, representa alterações irregulares na amplitude dos ciclos glóticos, de um ciclo a outro. Suas medidas também são oferecidas em porcentagem (%) e o valor limite de normalidade estabelecido é de 6,5%. O *jitter* e o *shimmer* são medidos pelos coeficientes de perturbação (*PPQ – Period Perturbation Quotient* e *EPQ – Energy Perturbation Quotient*), utilizando-se a extensão e a energia dos ciclos glóticos sucessivos, respectivamente.

A correlação é definida pelo parâmetro *MWC – Waveform Matching Coefficient*, descrito por Milenkovic⁹⁴ e Titze, Liang⁹, calculado para cada par de períodos, indicando a similaridade entre os ciclos de todo o sinal. O limite máximo é 1 (um), alcançado para sinais com períodos idênticos, ou seja, sinais periódicos. Este parâmetro diminui quando há grandes diferenças entre períodos consecutivos, com rápidas variações do sinal.

O *glottal to noise excitation – GNE* é aplicado para calcular o ruído em uma série de pulsos produzidos pela oscilação das pregas vocais^{14,21,25}. É um parâmetro acústico baseado na hipótese de que pulsos resultantes da colisão entre as pregas vocais geram uma excitação síncrona de diferentes faixas de frequência. Por outro lado, o ruído produzido pelas pregas vocais comprimidas gera excitações não correlacionadas; isto é, analisa os componentes aperiódicos do sinal sonoro, medindo o ruído da onda sonora por meio da subtração do componente harmônico, realizada com filtros especiais. O GNE não necessita do cálculo da frequência fundamental e gera informações independentes de *jitter* e *shimmer*. No programa VoxMetria, os valores de GNE são considerados normais quando maiores ou iguais a 0,5dB.

Ainda na função Qualidade Vocal do programa VoxMetria, estudou-se o diagrama de desvio fonatório – DDF. O diagrama de desvio fonatório é um método utilizado para descrever a periodicidade e o conteúdo de ruído das vozes. O DDF permite a descrição bidimensional e a representação gráfica de características vocais, baseados em quatro parâmetros acústicos^{14,19,21,25}, que produzem uma descrição das medidas acústicas com a menor perda de informação possível. Os principais componentes da análise distribuem-se em um plano bi-dimensional e os dois principais componentes formam os eixos do diagrama.

No diagrama de desvio fonatório, três parâmetros relacionados aos aspectos de periodicidade da onda sonora (*jitter*, *shimmer* e correlação *MWC*) localizam-se no eixo horizontal, denominado componente de irregularidade – CI, coordenada X. Durante a análise acústica, a aperiodicidade da onda sonora pode mostrar as perturbações da

frequência fundamental, descritas através do *jitter*, da amplitude ou energia do sinal sonoro, verificadas através do *shimmer*, ou da forma da onda.

O quarto parâmetro acústico é denominado proporção sinal glótico/ruído excitado (*glottal-to-noise ratio – GNE*), representado na coordenada Y. Indica a extensão da excitação vocal devido a um pulso ou a um ruído. A proporção GNE parece ser sensível ao ruído adicional e, diferentemente do ruído glótico – ERG (*normalized noise energy – NNE*) e do cepstrum da proporção harmônico-ruído – CHNR (*cepstral harmonics to noise ratio – CHNR*), independe dos valores de *jitter* e *shimmer*. A GNE integra o diagrama de desvio fonatório no eixo vertical, denominado *componente de ruído – CR*. A faixa utilizada no cálculo da GNE é de 3000Hz, enquanto a faixa de cálculo da ERG e PHR é de 1-5kHz. Estas coordenadas foram determinadas por diferentes métodos lineares e não-lineares devido à necessidade de uma melhor descrição da voz em duas dimensões.

A distribuição das amostras de vozes no diagrama de desvio fonatório foi realizada de duas maneiras, sendo a primeira estabelecida pelo próprio programa e relacionada à análise da localização no DDF (dentro e fora da área de normalidade); a segunda, de acordo com as características da configuração da distribuição dos pontos no DDF, em relação à densidade (ampliada ou concentrada), à forma (horizontal, vertical e circular) e à localização no diagrama, dividido em quatro quadrantes iguais. A medição da classificação quanto à densidade e forma foi realizada com o auxílio de uma régua simples de computador. Todas as avaliações visuais foram realizadas pela pesquisadora, sem conhecimento prévio do tipo de voz. As medidas foram verificadas, por uma segunda avaliadora, em 10% da amostra, não havendo divergências nos valores obtidos. A Figura 3 mostra a localização de uma amostra vocal dentro da área de normalidade e, a Figura 4, fora da área.

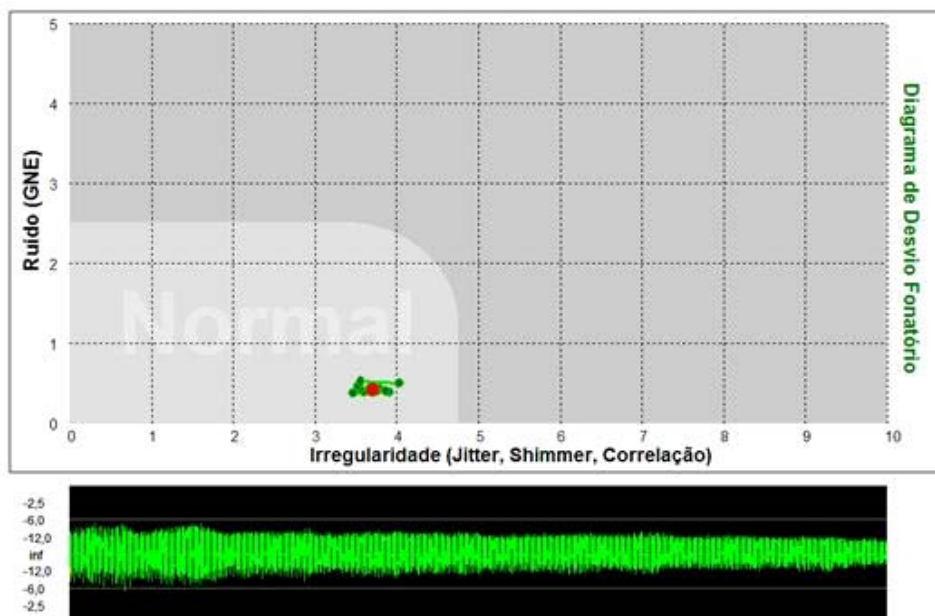


Figura 3 – Amostra vocal dentro da área de normalidade no DDF

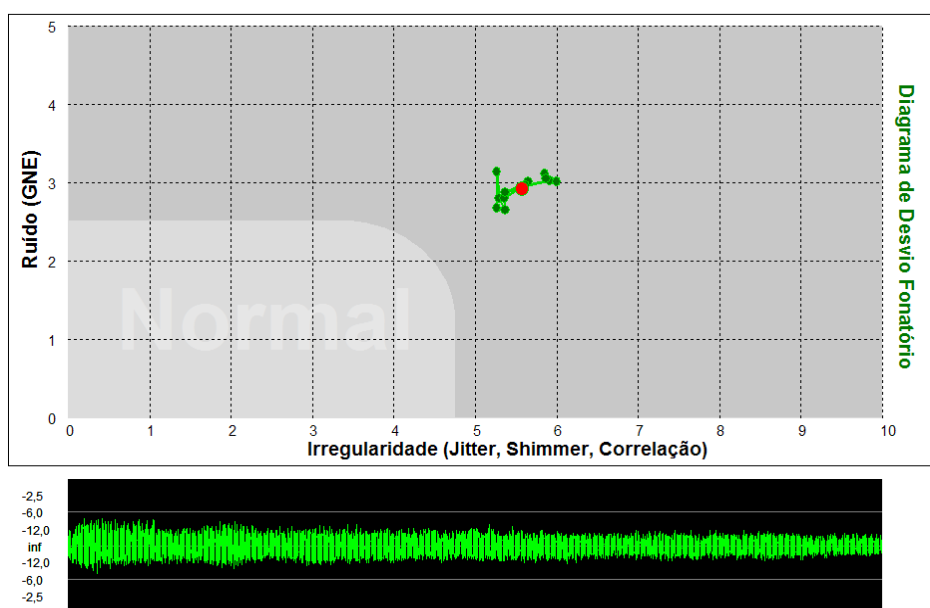


Figura 4 – Amostra vocal fora da área de normalidade no DDF

Na tentativa de facilitar a configuração da distribuição das amostras vocais no DDF, partiu-se do pressuposto que densidade é uma “grandeza, geralmente expressa em *bits* por polegada quadrada, que exprime a quantidade de dados digitalizados passíveis de serem armazenados na unidade de área de uma superfície magnética”⁹⁵; forma é a “configuração física característica dos seres e das coisas, como decorrência da estruturação das suas partes; formato, feitio, figura”⁹⁵.

Desta forma, em relação à configuração da densidade, a amostra representada

pele diagrama foi classificada em concentrada (Figura 5) ou ampliada (Figura 6). A classificação concentrada implicou na distribuição dos pontos no diagrama no espaço de um quadrado, estabelecido pelo próprio diagrama. Já a classificação ampliada foi utilizada quando os pontos distribuídos localizavam-se em além de um quadrado.

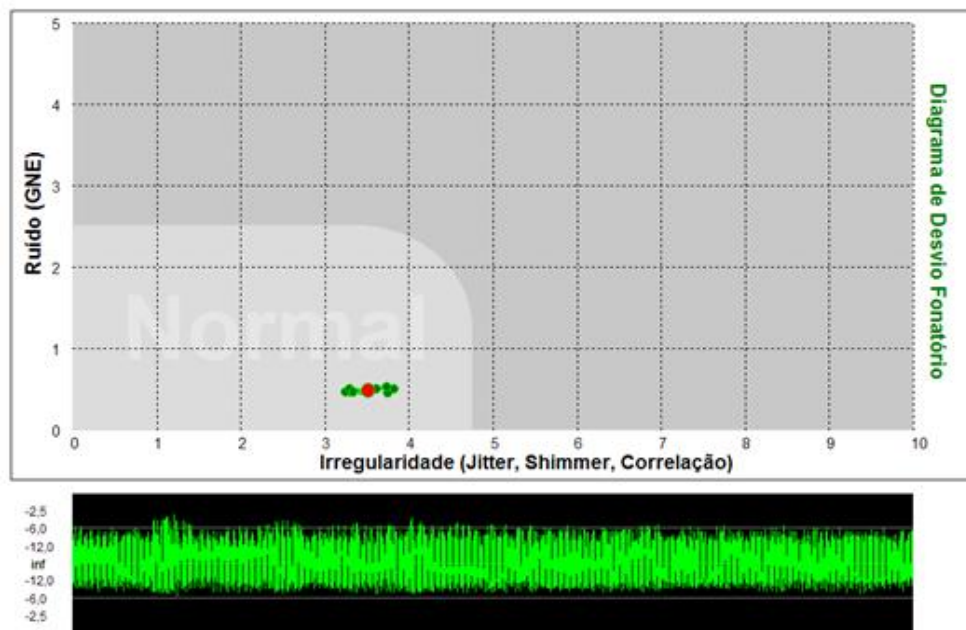


Figura 5 – Amostra vocal de densidade concentrada no DDF

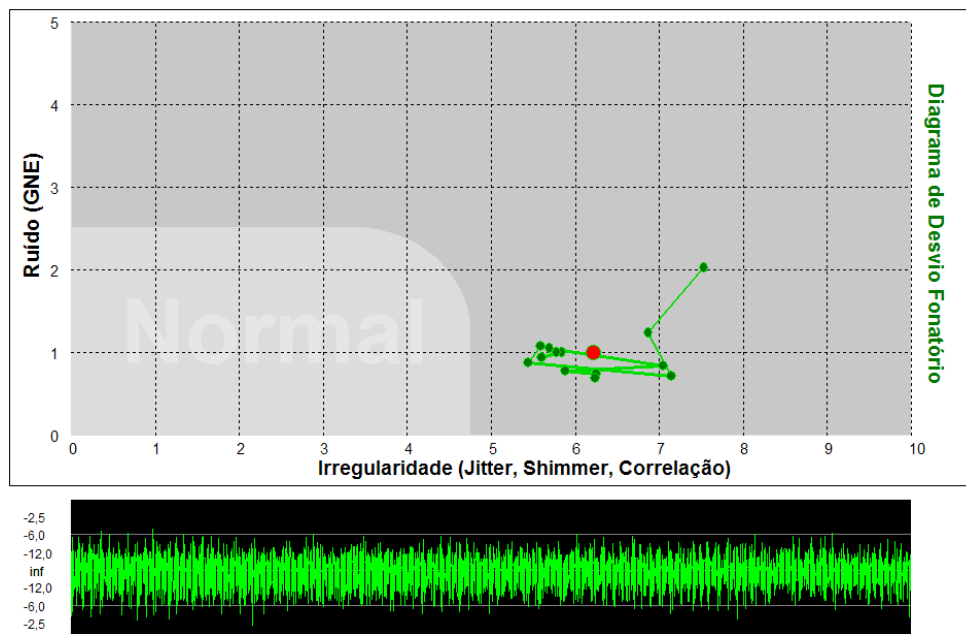


Figura 6 – Amostra vocal de densidade ampliada no DDF

Em relação à configuração da forma, a amostra representada pelo diagrama foi classificada em horizontal, vertical ou circular, independentemente da densidade. Assim, se a distância entre os pontos na coordenada X fosse maior do que a distância entre os pontos na coordenada Y ($X > Y$) a forma seria classificada como horizontal (Figura 7); se a distância entre os pontos na coordenada X fosse menor do que a distância entre os pontos na coordenada Y ($X < Y$) a forma seria classificada como vertical (Figura 8); se a distância entre os pontos na coordenada X fosse aproximadamente igual à distância entre os pontos na coordenada Y ($X \approx Y$) a forma seria classificada como circular (Figura 9).

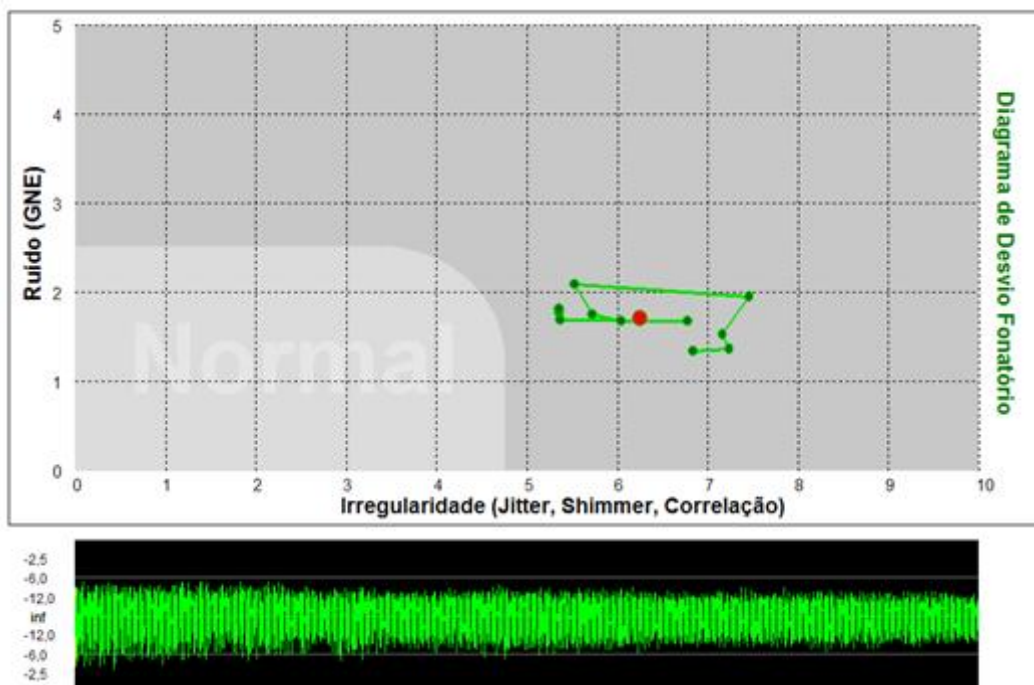


Figura 7 – Amostra vocal de forma horizontal no DDF

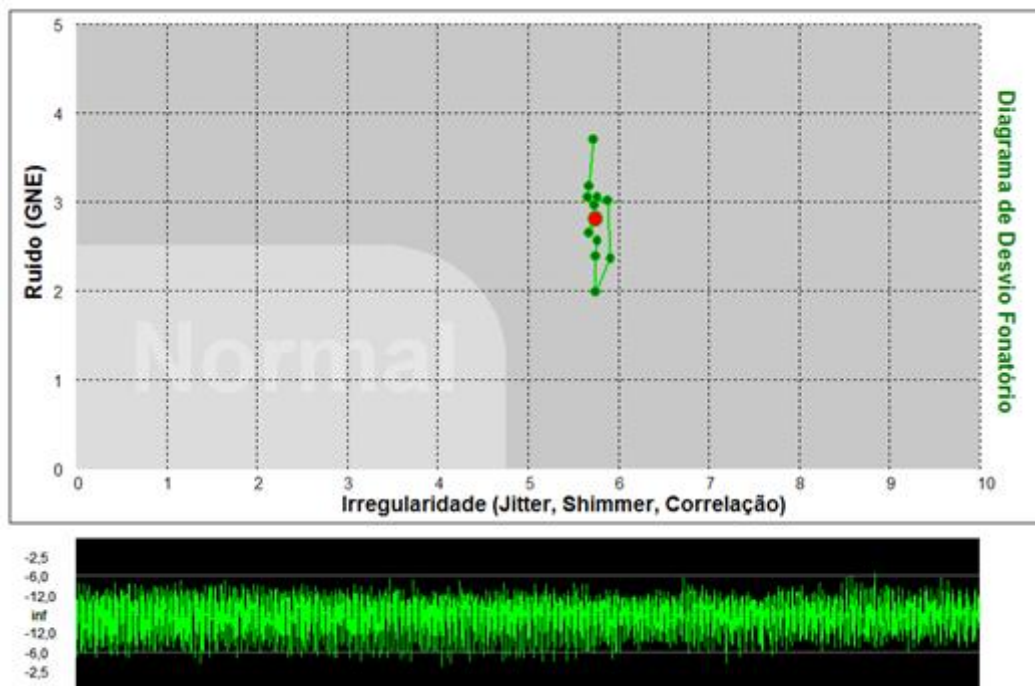


Figura 8 – Amostra vocal de forma vertical no DDF

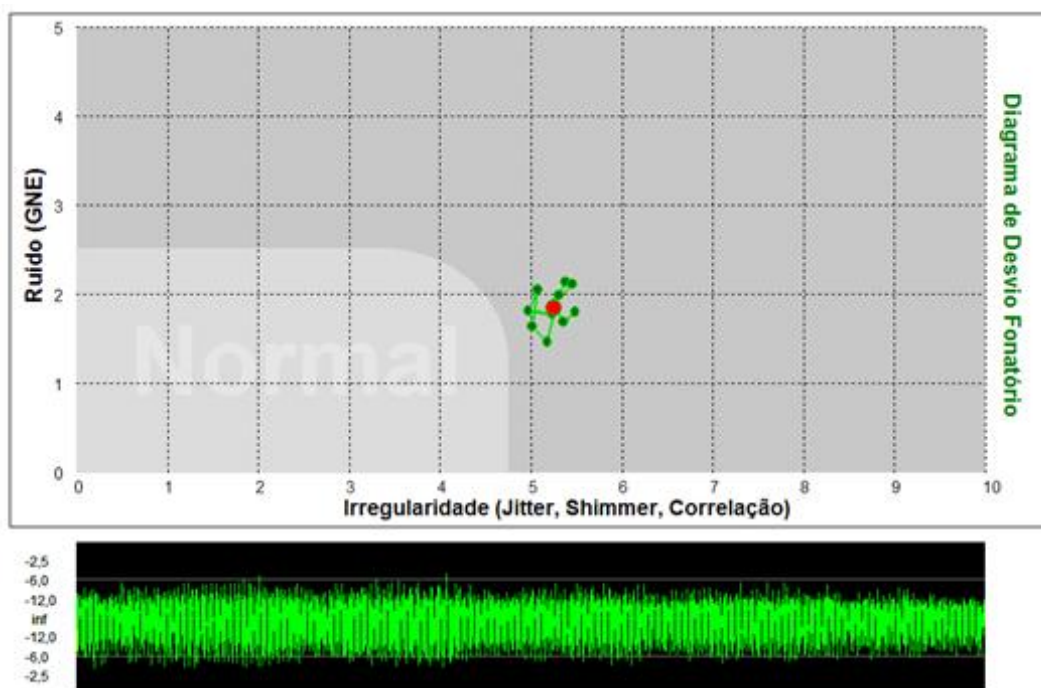


Figura 9 – Amostra vocal de forma circular no DDF

Para fins didáticos, foi estabelecida uma divisão do diagrama em quatro quadrantes, sendo inferior esquerdo, superior esquerdo, superior direito e inferior direito (Figura 10).

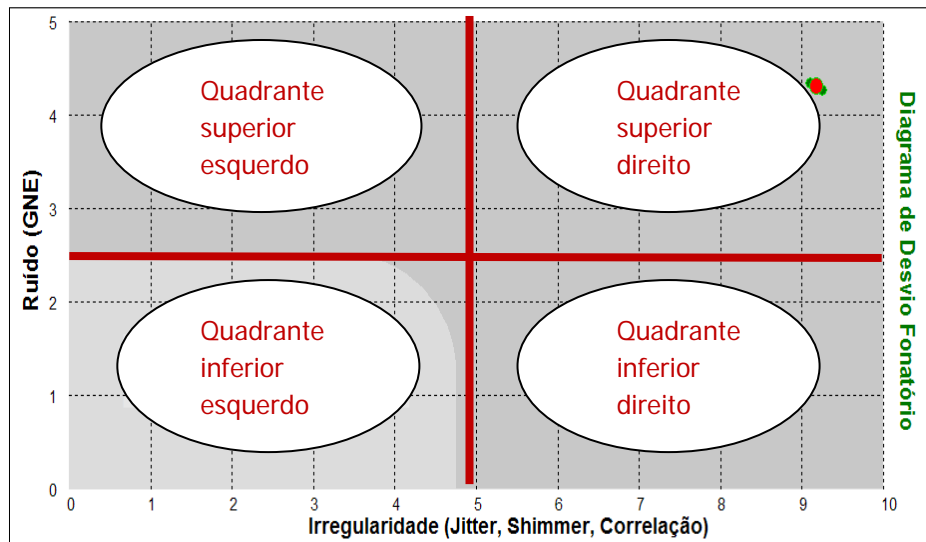


Figura 10 – Divisão do diagrama de desvio fonatório em quadrantes

Tratamento estatístico

Para o tratamento estatístico deste estudo foram utilizados o Índice de Concordância Kappa, os testes de Mann-Whitney, de Kruskal-Wallis, Igualdade de Duas Proporções, Qui-Quadrado, Correlação de Spearman e Teste de Correlação. O nível de significância adotado foi de 0,05 (5%). Os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística.

Na análise auditiva, as concordâncias intra e interavaliadores foram medidas pelo Índice de Concordância Kappa, que é uma análise utilizada para medir o grau de concordância entre duas variáveis qualitativas (*kappa* < 20% = desprezível; 21 a 40% = mínimo; 41 a 60% = regular; 61 a 80% = bom; acima de 81% = ótimo).

Os testes não paramétricos foram utilizados porque as suposições iniciais para se utilizar testes paramétricos, como a normalidade da distribuição e a homocedasticidade, ou seja, a homogeneidade das variâncias, não foram consideradas satisfatórias.

Em relação à extração das medidas acústicas, quando o grupo sem alteração vocal foi comparado a cada tipo de voz, o teste utilizado foi o teste de Mann-Whitney. Este teste não paramétrico é usado em amostras independentes, na comparação aos pares das variáveis. Na análise das medidas acústicas nos três tipos de voz foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis, por existir mais de duas variáveis simultaneamente.

A comparação das vozes aos pares para determinar onde as diferenças aparecem foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney.

Na comparação dos grupos com e sem alteração vocal, em relação à configuração da distribuição das vozes no diagrama de desvio fonatório, quanto à forma, densidade, quadrantes e área de normalidade foi utilizado o teste de Igualdade de Duas Proporções. Este é um teste não paramétrico que compara se a proporção de respostas de duas determinadas variáveis e/ou seus níveis são estatisticamente significantes.

Na tentativa de se estabelecer uma relação e/ou associação entre o grau de alteração da disfonia, sendo o grau transformado em categoria, e a distribuição das amostras vocais no diagrama de desvio fonatório utilizou-se o teste de Qui-Quadrado para Independência. É um teste não paramétrico utilizado para verificar se duas variáveis e seus níveis possuem ou não uma dependência e/ou associação estatística.

A Correlação de Spearman foi utilizada para medir a relação entre as variáveis nos dois grupos, com e sem alteração vocal. A Correlação de Spearman baseia-se na ordenação de duas variáveis sem qualquer restrição quanto à distribuição de valores, ou seja, é mais utilizada para dados não paramétricos. Foi produzida uma Matriz de Correlação com a determinação dos sinais de correlação (positivo ou negativo) e qualidade das mesmas (qualidade < 20% = péssima; 21 a 40% = ruim; 41 a 60% = regular; 61 a 80% = boa; acima de 81% = ótima). Optou-se por analisar apenas as correlações de qualidade boa e ótima, ou seja, acima de 61%. O Teste de Correlação foi utilizado para validar a correlação e testar o coeficiente entre as variáveis.

4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

Os resultados das análises perceptivo-auditiva e acústica foram correlacionados aos tipos de voz, e estão apresentados nas Tabelas de 3 a 11.

A Tabela 3 apresenta os dados sobre a configuração da área, densidade e forma na distribuição de vozes dos grupos com e sem alteração vocal, no diagrama de desvio fonatório.

A Tabela 4 compara a distribuição de vozes rugosas, soprosas e tensas na área de normalidade proposta pelo diagrama de desvio fonatório.

A Tabela 5 mostra a configuração da densidade e forma na distribuição de vozes rugosas, soprosas e tensas, no diagrama de desvio fonatório.

A Tabela 6 indica a distribuição das vozes dos grupos com e sem alteração vocal nos quatro quadrantes, no diagrama de desvio fonatório.

A Tabela 7 apresenta a configuração das amostras vocais no diagrama de desvio fonatório de acordo com o grau de alteração na escala numérica, no grupo com alteração vocal.

A Tabela 8 compara a distribuição das vozes rugosas, soprosas e tensas nos quatro quadrantes, no diagrama de desvio fonatório, de acordo com o grau da alteração na EAV, em milímetros.

A Tabela 9 indica os valores estatísticos dos dados acústicos nos tipos de voz predominantes.

A Tabela 10 mostra a matriz de correlação entre as variáveis da análise acústica no grupo sem alteração vocal.

A Tabela 11 mostra a matriz de correlação entre as variáveis da avaliação perceptivo-auditiva e acústica no grupo com alteração vocal.

Tabela 3 – Configuração da área, densidade e forma na distribuição de vozes dos grupos com e sem alteração vocal, no diagrama de desvio fonatório

Configuração	Com alteração vocal		Sem alteração vocal		p-valor
	N	%	N	%	
Área					
Dentro	50	30,7	33	100	<0,001
Fora	113	69,3	0	0	
Densidade					
Ampliada	92	56,4	7	21,2	<0,001
Concentrada	71	43,6	26	78,8	
Forma					
Circular	26	16,0	6	18,2	0,752
Horizontal	99	60,7	25	75,8	0,103
Vertical	38	23,3	2	6,1	0,025

Teste de Igualdade de Duas Proporções

Grupo com alteração vocal

Densidade

Ampliada e concentrada $p = 0,020$

Forma

Horizontal e circular $p = 0,448$

Vertical e circular $p = 0,094$

Vertical e horizontal $p < 0,001$

Grupo sem alteração vocal

Densidade

Ampliada e concentrada $p < 0,001$

Forma

Horizontal e circular $p < 0,001$

Vertical e circular $p = 0,131$

Vertical e horizontal $p < 0,001$

Tabela 4 – Distribuição de vozes rugosas, soprosas e tensas na área de normalidade proposta pelo diagrama de desvio fonatório

Área	Rugosa		Soprosa		Tensa	
	N	%	N	%	N	%
Dentro	19	31,7	9	15,8	22	47,8
Fora	41	68,3	48	84,2	24	52,2

Teste de Igualdade de Duas Proporções

Rugosa e soprosa $p = 0,044$

Rugosa e tensa $p = 0,090$

Soprosa e tensa $p < 0,001$

Tabela 5 – Configuração da densidade e forma na distribuição de vozes rugosas, soprosas e tensas, no diagrama de desvio fonatório

Configuração	Rugosa		Soprosa		Tensa	
	N	%	N	%	N	%
Densidade						
Ampliada	37	61,7	30	52,6	25	54,3
Concentrada	23	38,3	27	47,4	21	45,7
Forma						
Circular	9	15,0		19,3	6	13,0
Horizontal	41	68,3	29	50,9	29	63,0
Vertical	10	16,7	17	29,8	11	24,0

Teste de Igualdade de Duas Proporções

Tipos de voz quanto à densidade

Rugosa e soprosa $p = 0,323$

Rugosa e tensa $p = 0,448$

Soprosa e tensa $p = 0,862$

Tipos de voz quanto à forma

Circular

Rugosa e soprosa $p = 0,537$

Rugosa e tensa $p = 0,775$

Soprosa e tensa $p = 0,395$

Horizontal

Rugosa e soprosa $p = 0,054$

Rugosa e tensa $p = 0,569$

Soprosa e tensa $p = 0,216$

Vertical

Rugosa e soprosa $p = 0,091$

Rugosa e tensa $p = 0,354$

Soprosa e tensa $p = 0,503$

Tabela 6 – Distribuição das vozes grupos com e sem alteração vocal, nos quatro quadrantes do diagrama de desvio fonatório

Quadrante	Adaptada		Rugosa		Soprosa		Tensa	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Inferior								
Direito	0	0	27	45,0	11	19,3	11	23,9
Esquerdo	33	100	19	31,7	14	24,6	25	54,3
Superior								
Direito	0	0	13	21,7	30	52,6	10	21,7
Esquerdo	0	0	1	1,7	2	3,5	0	0

Teste de Igualdade de Duas Proporções

Inferior direito

Rugosa e soprosa $p = 0,003$

Rugosa e tensa $p = 0,025$

Soprosa e tensa $p = 0,570$

Inferior esquerdo

Rugosa e soprosa $p = 0,393$

Rugosa e tensa $p = 0,019$

Soprosa e tensa $p = 0,002$

Superior direito

Rugosa e soprosa $p < 0,001$

Rugosa e tensa $p = 0,993$

Soprosa e tensa $p = 0,001$

Superior esquerdo

Rugosa e soprosa $p = 0,529$

Rugosa e tensa $p = 0,379$

Soprosa e tensa $p = 0,2$

Tabela 7 – Configuração das amostras vocais no DDF de acordo com o grau de alteração na escala numérica, no grupo com alteração vocal

Configuração	Grau 1		Grau 2		Grau 3		Grau 4		Total		p-valor
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
Densidade											
Ampliada	7	43,8	17	51,5	61	58,7	7	70,0	92	56,4	0,507
Concentrada	9	56,3	16	48,5	43	41,3	3	30,0	71	46,3	
Forma											
Horizontal	7	43,8	22	66,7	64	61,5	6	60,0	99	60,7	0,951
Vertical	6	37,5	6	18,2	23	22,1	3	30,0	38	23,3	
Circular	3	18,8	5	15,2	17	16,3	1	10,0	26	16,0	
Quadrante											
Inf esquerdo	15	93,8	24	72,7	19	18,3	0	0	58	35,6	<0,001
Sup esquerdo	0	0	0	0	3	2,9	0	0	3	1,8	
Inf direito	1	6,3	6	18,2	40	38,5	2	20,0	49	30,1	
Sup direito	0	0	3	9,1	42	40,4	8	80,0	53	32,5	
Total	16	9,8	33	20,2	104	63,8	10	6,1	163	100	

Teste Qui-Quadrado para Independência

Grau 1

Densidade

Ampliada e concentrada $p = 0,480$

Forma

Horizontal e circular $p = 0,127$

Vertical e circular $p = 0,238$

Vertical e horizontal $p = 0,719$

Grau 2

Densidade

Ampliada e concentrada $p = 0,806$

Forma

Horizontal e circular $p < 0,001$

Vertical e circular $p = 0,741$

Vertical e horizontal $p < 0,001$

Grau 3

Densidade

Ampliada e concentrada $p = 0,013$

Forma

Horizontal e circular $p < 0,001$

Vertical e circular $p = 0,291$

Vertical e horizontal $p < 0,001$

Grau 4

Densidade

Ampliada e concentrada $p = 0,074$

Forma

Horizontal e circular $p = 0,019$

Vertical e circular $p = 0,264$

Vertical e horizontal $p = 0,178$

Teste de Igualdade de Duas Proporções

Tabela 8 – Distribuição das vozes rugosas, soprosas e tensas nos quatro quadrantes do diagrama de desvio fonatório, de acordo com o grau da alteração na EAV, em milímetros

Quadrante	Tipo de voz		
	Rugosa	Soprosa	Tensa
Inferior esquerdo	48,5	38,3	47,2
Inferior direito	59,4	56,5	70,7
Superior esquerdo	55,0	62,0	-
Superior direito	76,6	74,8	78,2
p-valor	<0,001	<0,001	<0,001

Teste de Igualdade de Duas Proporções

Rugosa

Inferior direito e inferior esquerdo	$p = 0,015$
Inferior direito e superior direito	$p < 0,001$
Inferior direito e superior esquerdo	$p = 0,757$
Inferior esquerdo e superior direito	$p < 0,001$
Inferior esquerdo e superior esquerdo	$p = 0,729$
Superior direito e superior esquerdo	$p = 0,170$

Soprosa

Inferior direito e inferior esquerdo	$p = 0,001$
Inferior direito e superior direito	$p = 0,002$
Inferior direito e superior esquerdo	$p = 0,427$
Inferior esquerdo e superior direito	$p < 0,001$
Inferior esquerdo e superior esquerdo	$p = 0,026$
Superior direito e superior esquerdo	$p = 0,173$

Tensa

Inferior direito e inferior esquerdo	$p < 0,001$
Inferior direito e superior direito	$p = 0,204$
Inferior esquerdo e superior direito	$p < 0,001$

Tabela 9 – Valores estatísticos dos parâmetros acústicos nos tipos de voz predominantes

Tipo de voz	N	Média	Mediana	DP	CV%	Q1	Q3	IC	p-valor
Adaptada									
F ₀ fem	17	205,49	204,40	20,94	10,20	195,90	218,4	9,96	<0,001
F ₀ masc	16	128,83	127,20	17,12	13,30	114,00	138,2	8,39	
<i>Jitter</i>	33	0,15	0,10	0,08	54,80	0,10	0,20	0,03	
<i>Shimmer</i>	33	3,52	3,40	1,14	32,40	2,70	4,40	0,39	
Correlação	33	0,99	1,00	0,01	1,00	1,00	1,00	0	
GNE	33	0,92	0,90	0,08	9,00	0,90	1,00	0,03	
Rugosa									
F ₀ fem	19	165,91	167,30	29,19	17,60	148,20	180,60	13,13	<0,001
F ₀ masc	41	108,57	106,00	25,90	23,90	89,00	130,00	7,93	
<i>Jitter</i>	60	1,74	0,40	3,01	173,30	0,20	1,70	0,76	
<i>Shimmer</i>	60	11,65	9,70	7,94	68,10	5,80	15,70	2,01	
Correlação	60	0,87	0,90	0,15	16,90	0,90	1,00	0,04	
GNE	60	0,62	0,70	0,24	38,10	0,50	0,80	0,06	
Soprosa									
F ₀ fem	41	222,55	208,80	73,24	32,90	189,60	232,10	22,42	0,003
F ₀ masc	16	172,50	175,30	69,59	40,30	117,00	192,50	34,10	
<i>Jitter</i>	57	3,19	0,50	4,47	139,90	0,20	5,10	1,16	
<i>Shimmer</i>	57	12,74	9,10	9,80	76,90	6,00	17,30	2,54	
Correlação	57	0,83	0,90	0,18	21,70	0,70	1,00	0,05	
GNE	57	0,44	0,40	0,23	51,50	0,20	0,60	0,06	
Tensa									
F ₀ fem	31	233,90	226,30	42,94	18,40	216,90	267,90	15,11	<0,001
F ₀ masc	15	179,45	184,70	27,04	15,10	161,00	197,20	13,68	
<i>Jitter</i>	46	1,54	0,20	3,27	211,80	0,1	0,6	0,95	
<i>Shimmer</i>	46	8,83	5,70	7,63	86,4	4,50	9,40	2,20	
Correlação	46	0,92	1,00	0,10	11,4	0,90	1,00	0,03	
GNE	46	0,75	0,80	0,24	32,60	0,60	0,90	0,07	

Teste de Kruskal-Wallis

DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação; Q1 = primeiro quartil; Q3 = terceiro quartil; IC = intervalo de confiança; F₀ = frequência fundamental; GNE = proporção sinal glótico/ ruído excitado; Fem = sexo feminino; Masc = sexo masculino

Jitter

Rugosa e Soprosa	p = 0,163
Rugosa e Tensa	p = 0,021*
Soprosa e Tensa	p = 0,002*

Shimmer

Rugosa e Soprosa	$p = 0,798$
Rugosa e Tensa	$p = 0,003^*$
Soprosa e Tensa	$p = 0,005^*$

Correlação

Rugosa e Soprosa	$p = 0,284$
Rugosa e Tensa	$p = 0,018$
Soprosa e Tensa	$p = 0,002$

GNE

Rugosa e Soprosa	$p < 0,001$
Rugosa e Tensa	$p = 0,003$
Soprosa e Tensa	$p < 0,002$

Teste de Mann-Whitney

Tabela 10 – Matriz de correlação entre as variáveis da análise acústica no grupo sem alteração vocal

		Densidade	Forma	Media F ₀	DP	<i>Jitter</i>	<i>Shimmer</i>	Correlação
Forma	Corr	-10,0%						
	p-valor	0,592						
Media F ₀	Corr	-1,6%	25,1%					
	p-valor	0,931	0,174					
<i>Jitter</i>	Corr	18,4%	-4,6%	0,2%	26,9%			
	p-valor	0,307	0,806	0,990	0,130			
<i>Shimmer</i>	Corr	5,4%	2,4%	-65,8%	-33,6%	12,1%		
	p-valor	0,763	0,899	<0,001	0,056	0,502		
Correlação	Corr	-14,7%	-18,0%	23,0%	17,9%	21,0%	-62,3%	
	p-valor	0,416	0,332	0,198	0,319	0,241	<0,001	
GNE	Corr	-7,1%	-30,0%	10,4%	13,3%	12,7%	-34,3%	31,8%
	p-valor	0,696	0,101	0,564	0,461	0,481	0,052	0,072

Corr = Correlação de Spearman

Tabela 11 – Matriz de correlação entre as variáveis da análise acústica no grupo com alteração vocal

		Tipo de voz	Grau	Densidade	Forma	Area	Quadrante	Media F ₀	Jitter	Shimmer	Correlação
Grau	Corr	-1,1%									
	p-valor	0,890									
Densidade	Corr	-7,3%	8,4%								
	p-valor	0,357	0,287								
Forma	Corr	5,1%	-2,6%	-41,3%							
	p-valor	0,521	0,745	<0,001							
Area	Corr	-11,2%	49,8%	8,2%	6,1%						
	p-valor	0,156	<0,001	0,302	0,440						
Quadrante	Corr	-20,9%	40,4%	15,3%	-5,4%	75,2%					
	p-valor	0,007	<0,001	0,053	0,496	<0,001					
Meida F ₀	Corr	64,5%	-8,1%	2,4%	12,6%	2,5%	-7,5%				
	p-valor	<0,001	0,303	0,762	0,112	0,756	0,343				
Jitter	Corr	-14,4%	68,3%	25,6%	-18,4%	64,3%	51,8%	-8,9%			
	p-valor	0,066	<0,001	0,001	0,020	<0,001	<0,001	0,257			
Shimmer	Corr	-20,6%	68,2%	16,9%	-6,5%	73,6%	62,6%	-11,2%	77,9%		
	p-valor	0,008	<0,001	0,032	0,410	<0,001	<0,001	0,158	<0,001		
Correlação	Corr	15,6%	-70,9%	-12,8%	-2,4%	-70,2%	-55,9%	8,4%	-71,2%	-86,5%	
	p-valor	0,046	<0,001	0,107	0,764	<0,001	<0,001	0,285	<0,001	<0,001	
GNE	Corr	15,8%	-60,2%	-1,1%	-19,2%	-54,5%	-20,8%	-2,1%	-61,9%	-58,4%	68,6%
	p-valor	0,044	<0,001	0,889	0,015	<0,001	0,008	0,790	<0,001	<0,001	<0,001

Corr = Correlação de Spearman

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

A avaliação vocal de um paciente com disfonia deve ser multidimensional, envolvendo dados de análise auditiva, acústica e visual, além de protocolos de auto-avaliação do impacto do problema vocal^{5,56,96}. A análise perceptivo-auditiva é considerada padrão ouro da avaliação de voz, partindo-se do pressuposto que a qualidade vocal é um fenômeno essencialmente auditivo^{20,35,97,98}. A análise das características objetivas de um sinal acústico oferece uma avaliação não invasiva e quantitativa da qualidade vocal⁶⁵, exercendo um papel complementar importante na análise da voz⁹⁹. O grande número de experimentos sobre a qualidade vocal colaborou com o entendimento de aspectos da percepção da voz.

Qualidade vocal é a percepção de quanto o som da voz é claro³¹. Variações na qualidade vocal podem estar associadas à irregularidade de vibração das pregas vocais, grau de adução ou fechamento, flexibilidade da mucosa e tensão dos músculos da laringe. Além disso, corresponde a uma ação conjunta da laringe e do trato vocal supralaríngeo, emergindo da combinação dos ajustes de longo termo, que se fazem presentes⁴⁰. Estudar a qualidade vocal é uma especificidade da Fonoaudiologia e pode ser utilizada para responder a determinadas questões, como reconhecimento do falante pela voz, detecção de mentira pela voz e avaliação do estado emocional do indivíduo³⁵.

Pesquisas recentes apontam as dificuldades e possíveis vieses ao se realizar estudos com percepção auditiva e análise acústica da voz, oferecendo soluções para minimizar os problemas^{20,35}. Além disso, foram apontadas limitações quanto ao estabelecimento de relação estreita entre as dimensões acústicas e auditivas⁶. Com base em algumas destas referências, o presente trabalho foi elaborado com o objetivo de verificar se o diagrama de desvio fonatório diferencia vozes adaptadas e alteradas e se apresenta características discriminatórias na distribuição acústica de amostras de vozes previamente classificadas, por meio de avaliação perceptivo-auditiva, como predominantemente rugosas, soprosas ou tensas, em indivíduos adultos.

Kreiman, Gerrat, Ito³⁵ sugeriram que a análise perceptivo-auditiva seja realizada com vozes sintetizadas. Entretanto, como o interesse deste trabalho foi o de estudar vozes naturais de pacientes com e sem alterações vocais, optou-se por utilizar estímulos reais. Como a confecção de vozes sintetizadas requer tecnologia avançada,

pesquisas com esse tipo de desenho não correspondem à realidade brasileira. Quando se avalia voz humana, depara-se com a questão de que, de uma maneira geral, não há um tipo de voz pura, com uma única característica perceptiva, por isso escolheu-se a predominância dos três tipos mais comuns na clínica vocal.

A terminologia existente para a classificação da qualidade vocal não é universal³¹. Pela falta de consenso quanto aos verbetes utilizados, como voz adaptada, rugosa, soprosa e tensa, adotou-se definições específicas de alguns autores para a realização da avaliação perceptivo-auditiva^{5,15,18,28,29,31,81}. As vozes foram julgadas segundo tais descrições (anexo 3) e, posteriormente, analisadas e separadas em grupos de acordo com o critério de concordância adotado, o qual consistiu na similaridade de respostas entre pelo menos dois avaliadores (tabela 1). Para que os dados desta avaliação sejam confiáveis, é necessário que haja consistência nas respostas dos ouvintes participantes. A partir de testes estatísticos, o valor de confiabilidade estabelecido neste trabalho foi de 68%, com valores aproximados encontrados em outros estudos^{32,33,35}. Possivelmente, o êxito nesta tarefa tenha sido influenciado pelo treinamento anterior^{1,100}, pelas instruções explícitas e pelo apoio das definições transcritas no protocolo de resposta, conforme o anexo 3, além da experiência dos avaliadores na área^{20,33,35,53,98,101}. Por fim, a avaliação perceptivo-auditiva da voz, quando realizada por três ouvintes, pode ser usada como medida de resultado de tratamento⁵¹.

No presente estudo, vozes rugosas, soprosas e tensas, apresentaram diferença estatisticamente significativa em relação ao sexo ($p < 0,001$). A rugosidade caracterizou o desvio vocal das vozes masculinas ($N=41$; 68,3%), enquanto as vozes femininas apresentaram soprosidade ($N=41$; 71,9%) e tensão ($N=31$; 67,4%), conforme a tabela 1. A amostra aleatória foi representativa do fluxo do ambulatório da UNIFESP e correspondeu à distribuição geral da disfonia de acordo com o sexo^{91,92,93}, não se tendo procurado uma distribuição equivalente quanto a esta variável. Nas vozes adaptadas ocorreu distribuição pareada entre os sexos, sem diferença estatisticamente significativa ($p=0,806$).

A avaliação perceptivo-auditiva não teve como objetivo único identificar a qualidade vocal predominante, considerando-se os tipos de voz selecionados como foco do trabalho. Houve interesse também em quantificar a magnitude da qualidade em questão por meio da escala analógico-visual^{20,35,46,47,48,49}, uma vez que esta análise também faz parte da rotina clínica vocal^{42,43}. Mesmo considerando que esta tarefa não

é fácil⁴⁵, alguns autores acreditam que a avaliação perceptivo-auditiva da voz esteja baseada não somente na identificação da qualidade vocal, mas também no grau de alteração da disfonia⁵⁰. Existem diferentes escalas utilizadas para esta avaliação e, no presente estudo, optou-se por empregar a escala analógico-visual, com sua correspondência numérica⁴⁹. O grau de alteração do desvio vocal entre os diferentes tipos de vozes, rugosas, soprosas e tensas não foi estatisticamente significativa ($p=0,755$), como mostrou a tabela 2. A maioria das amostras vocais estava localizada entre 50,5 e 90,5 mm na linha da escala analógico-visual, correspondendo ao grau 3 de alteração na escala numérica, ou seja, desvios moderados (figura 2). Sendo assim, pela escala numérica, as vozes rugosas, soprosas e tensas apresentaram-se com grau de desvio vocal semelhante, grau 3; já na escala analógico-visual, localizaram-se em uma faixa larga, com a possibilidade de vozes mais ou menos desviadas.

O material de fala utilizado para a avaliação perceptivo-auditiva foi a vogal /ε/ sustentada. A vogal prolongada foi selecionada por ser rotineiramente utilizada na avaliação clínica vocal, por fornecer informações importantes sobre a fonte sonora, e ser mais facilmente analisada. A variabilidade na produção deste material é reduzida e produz medidas mais confiáveis^{35,65}. Além disso, uma estrutura acústica mais simples produz respostas que refletem estratégias perceptivas mais fáceis de serem interpretadas pelos ouvintes. Contudo, a análise da fala encadeada contribui, principalmente, na análise dos aspectos temporais e coarticulação dos sons da fala, e deve ser testada em outro momento. Algumas características das disfonias são observadas durante a avaliação da fala encadeada.

Em seguida à avaliação perceptivo-auditiva, as vozes concordantes foram submetidas à avaliação acústica no programa VoxMetria, da CTS Informática. De acordo com a Teoria Acústica da Produção da Fala⁸⁷, a análise acústica permite tecer comentários entre os ajustes do trato vocal e a qualidade de voz resultante, integrando as esferas fisiológica e perceptivo-auditiva¹⁰. Assim, este tipo de análise passou a ganhar destaque em sua aplicação clínica, principalmente pela possibilidade de exploração de medidas ou índices. É importante lembrar que estas modalidades de análise não se apresentam como instrumento isolado de avaliação, e se associam às informações do comportamento laríngeo, à fonação e à avaliação perceptivo-auditiva da voz¹⁰.

A discussão de parâmetros objetivos da análise da voz está longe de ser uma questão de fácil elucidação. Várias possibilidades tecnológicas do estudo da função

fonatória fornecem material passível de diferentes julgamentos, o que aumenta o risco de subjetividade nas avaliações. Frequentemente, encontram-se na literatura referências vinculadas ao fato de determinada técnica de análise, classicamente tida como objetiva, fornecer possibilidades de apreciação subjetiva e, portanto, de variabilidade de interpretação¹⁰². Embora possa haver correlação entre as medidas da produção vocal e sua percepção, esta relação não é direta, nem linear. Assim, uma busca para pistas acústicas da qualidade vocal deve ir além das medidas acústicas que já foram propostas para quantificar os diversos aspectos da produção da voz.

A análise do presente trabalho foi realizada no módulo Qualidade Vocal do programa Voxmetria (CTS Informática), e compreendeu a distribuição das amostras vocais no diagrama de desvio fonatório e a extração das medidas acústicas. A proposta de configurar a distribuição das amostras vocais ocorreu em relação à área de normalidade, densidade, forma e quadrantes. O diagrama de desvio fonatório possui uma área de normalidade na região próxima à intersecção da coordenada X com a coordenada Y, próximo ao zero, no quadrante inferior esquerdo. A faixa de normalidade apresenta coloração em tom mais claro de cinza (figuras 3 e 4). Na tabela 3, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significantes, em relação à área ($p < 0,001$) e densidade ($p < 0,001$), entre os grupos com e sem alteração vocal. Nessa tabela observou-se que a área de normalidade diferenciou vozes adaptadas e desviadas, sendo que 100% (N=33) das vozes adaptadas encontraram-se dentro da área de normalidade e 69,3% (N=113) das desviadas fora dela. Tais resultados são semelhantes aos da literatura pois o diagrama de rouquidão dos alemães foi descrito com esta propriedade^{19,21,84}.

Em relação à densidade, ainda na tabela 3, as vozes adaptadas apresentaram densidade concentrada (N=26, 78,8%), com diferença significativa em relação ao grupo com alteração vocal, que apresentou densidade ampliada (N=92; 56,4%). Dentro de ambos os grupos, com e sem alteração vocal, também houve diferença estatisticamente significativa entre a densidade ampliada e concentrada ($p = 0,020$ e $p < 0,001$, respectivamente). Vozes alteradas apresentaram densidade ampliada, enquanto vozes adaptadas, densidade concentrada. A classificação da densidade foi exemplificada nas figuras 5 e 6. Entretanto, o mesmo não ocorreu em relação à forma (figuras 7 a 9). Exceto na forma vertical, que ocorreu em apenas 6,1% (N=2) no grupo sem alteração vocal e em 23,3% (N=38) no grupo com alteração de voz, esta diferença foi estatisticamente significativa ($p = 0,025$). Não houve diferença significativa entre os

dois grupos nas formas horizontal ($p=0,103$) e circular ($p=0,752$). Publicações relacionadas ao diagrama de rouquidão em diversos estudos clínicos analisam a distribuição das amostras vocais na forma elíptica^{14,19,21,22,23,24,84}, por meio da sobreposição dos valores acústicos extraídos. Nenhuma outra configuração foi proposta. Embora a forma da distribuição não tenha se revelado significativa neste estudo, outros resultados podem ser encontrados em amostras com distribuição homogênea do sexo e tipo de voz, similares aos achados do projeto piloto¹⁰³.

Quando se estudou os tipos predominantes de voz do grupo com alteração vocal e a localização das mesmas na área de normalidade proposta pelo diagrama, observou-se que 68,3% (N=41) das vozes rugosas, 84,2% (N=48) das vozes soprosas e 52,2% (N=24) das vozes tensas encontraram-se fora dos padrões estabelecidos pela área de normalidade (tabela 4). Os resultados mostraram, de forma significativa, que a voz soprosa diferencia-se das vozes rugosas ($p=0,044$) e tensas ($p<0,001$), embora haja apenas uma tendência na diferenciação das vozes rugosa e tensa ($p=0,090$). Embora o grau de severidade da disfonia nos três tipos de voz alterada tenha sido semelhante na escala analógico-visual e o mesmo na numérica, grau 3, a voz soprosa (61,82 mm) foi a que se apresentou mais desviada (tabela 2). Vale lembrar que o grau 3 é uma faixa ampla do instrumento de avaliação e já foi sugerida uma revisão destes limites⁴⁹. Os achados reiteram a capacidade do diagrama em diferenciar vozes adaptadas e desviadas^{14,21,84}.

Não houve relação significativa entre forma, densidade e tipo de voz (tabela 5). O projeto piloto indicou uma tendência desta relação se tornar significativa, provavelmente pela variável sexo ter sido considerada¹⁰². Tendo-se eliminado o sexo no presente estudo, essa relação não apareceu.

Além da proposta de classificação da distribuição quanto à densidade e forma, este trabalho incluiu, para fins didáticos, a divisão do diagrama de desvio fonatório em quatro quadrantes (figura 10): inferior esquerdo (próximo ao zero), inferior direito, superior esquerdo e superior direito. A tabela 6 mostra que todas as vozes do grupo sem alteração vocal (33; 100%) distribuíram-se no quadrante inferior esquerdo, na área de normalidade demarcada. Relacionando esses quadrantes com os tipos de voz do grupo com queixa vocal, ainda na tabela 6, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre as vozes rugosas, soprosas e tensas. As vozes rugosas distribuíram-se em 45% (27) no quadrante inferior direito; as vozes soprosas, 52,6% (30) no quadrante superior direito; e, as vozes tensas, 54,3% (25) no quadrante inferior

esquerdo, o qual compreendeu 100% (33) das amostras do grupo sem alteração vocal. A localização de vozes distintas em diferentes regiões do diagrama de rouquidão alemão revelou sua característica de identificar diferentes mecanismos fonatórios^{14,21}. Fisiologicamente, rouquidão significa irregularidade de vibração de mucosa, soprosidade traduz a percepção de ar audível ao longo da emissão e, tensão refere-se ao esforço à fonação^{5,31}. Em teoria, estes três tipos de voz, por apresentarem mecanismos fisiológicos diferentes, deveriam estar localizados em regiões distintas do diagrama. De certa forma, a imagem do diagrama sugere o mecanismo fonatório envolvido na produção vocal, mas não necessariamente o tipo de voz predominante.

Mais do que identificar a qualidade vocal é importante quantificar a magnitude da qualidade²⁰. A figura 2 mostra a relação da escala analógico-visual com a escala numérica de 4 pontos, a qual representa a prática corrente da clínica vocal^{42,43,51,52}. A correspondência numérica da escala analógico-visual considerada foi: grau 1 - variabilidade normal da qualidade vocal (até 35,5 mm na EAV), grau 2 - desvio leve a moderado (35,5 a 50,5 mm), grau 3 - desvio moderado (50,5 a 90,5 mm) e grau 4 - desvio intenso (acima 90,5 mm)⁴⁹. Os resultados mostraram que as diferenças entre essas 4 categorias não obedecem à partição matemática de 25 pontos^{47,48,49}. Nesta pesquisa, o método utilizado para mensurar o grau da alteração vocal foi a escala analógico-visual^{20,35,46,47,48,49} e sua correspondência numérica⁴⁹. A tabela 7 apresenta a relação entre o grau de alteração do grupo com alteração vocal, na escala numérica, com a densidade, forma e quadrante na distribuição no diagrama de desvio fonatório. Se por um lado não houve diferença estatisticamente significativa em relação à densidade ($p=0,507$) e à forma ($p=0,951$), por outro essa diferença apareceu apenas em relação à análise do quadrante ($p<0,001$). No quadrante inferior esquerdo localizaram-se 93,8% (N=15) das vozes grau 1 (VNQV), o mesmo onde estavam localizadas todas as vozes adaptadas (33; 100%). A maioria (24; 72,7%) das vozes grau 2 (desvio leve a moderado) localizou-se no quadrante inferior esquerdo também. As vozes com grau 3 de alteração (desvio moderado) dividiram-se nos quadrantes superior direito (42; 40,4%) e inferior direito (40; 38,5%). Entretanto, 80% (8) dos desvios vocais grau 4 (intensos) localizaram-se no quadrante superior direito. A CIF propõe que a quantificação de um defeito seja classificada em uma escala de 5 pontos: 0-sem problemas (0-4%), 1-problema discreto (5-24%), 2-moderado (25-49%), 3-severo (50-95%) e 4-problema completo. O estudo que fez a correspondência entre a escala numérica e a analógico-visual, determinando o valor de corte para variabilidade

normal da qualidade vocal em 35,5mm, também sugeriu a revisão das faixas extremas da EAV⁴⁹. Provavelmente, se estas sugestões fossem consideradas, e a escala utilizada fosse a de 5 ou de 7 pontos, como propõe a literatura¹⁶, esta distribuição seria diferente.

Considerando que apenas o quadrante apresentou relação significativa com o grau de alteração da qualidade vocal, a tabela 8 correlaciona os três tipos de vozes predominantes do grupo com alteração vocal, rugosas, soprosas e tensas, com os quatro quadrantes propostos. O valor do grau de alteração é a média do grau da alteração em relação ao tipo de voz e a unidade de medida utilizada foi milímetros. As vozes rugosas, soprosas e tensas distribuíram-se nos quatro diferentes quadrantes com diferença estatisticamente significativa, em relação ao grau de alteração da qualidade vocal ($p < 0,001$). No quadrante inferior esquerdo estavam localizadas as vozes com menor grau de desvio, independente da qualidade. Este quadrante concentrou todas as vozes localizadas na régua da escala visual-analógica dentro da variabilidade normal da qualidade vocal^{47,48,49}, ao redor de 35mm, e algumas vozes de alteração grau 2 (35,5mm a 50,5mm), principalmente as rugosas (48,5mm) e tensas (47,2mm). Vozes com grau 3 de alteração (acima de 50,5 até 90,5mm), independente do tipo de voz, localizaram-se nos quadrantes inferior direito (59,4mm para rugosa, 56,5 mm para soprosa e 70,7mm para tensa) e superior esquerdo (55 mm para rugosa e 62 mm para soprosa), sem diferença estatisticamente significativa. No quadrante superior direito localizaram-se as vozes com os mais elevados graus de alteração, embora ainda classificadas como grau 3 na escala numérica^{47,48,49}.

Especificamente quanto à distribuição das vozes nos quadrantes, a tabela 8 mostra que, diferentemente das vozes rugosas e soprosas, a voz tensa não mostrou diferença estatisticamente significativa entre os quadrantes inferior direito e superior direito, provavelmente porque a média do grau de desvio do quadrante inferior direito neste tipo de voz foi maior se comparada aos outros tipos (70,7 mm para vozes tensas, 59,4 mm para vozes rugosas e, 56,5 para soprosas), embora todas tivessem sido classificadas como grau 3 na escala numérica.

Observa-se na tabela 8 a diferença significativa na distribuição das vozes rugosas nos quadrantes inferior esquerdo e superior ($p < 0,001$) e inferior ($p < 0,015$) direitos. Ou seja, no quadrante inferior esquerdo localizaram-se as vozes com menor grau de alteração, seguido do quadrante inferior direito, e então do quadrante superior direito. A distribuição das vozes no quadrante superior esquerdo não se revelou

diferente dos quadrantes inferior direito e superior direito. Nas vozes soprosas, as vozes menos alteradas localizaram-se no quadrante inferior esquerdo, seguido do quadrante inferior direito, em seguida do superior esquerdo e, por fim, do quadrante superior direito. O quadrante superior esquerdo não se diferenciou dos quadrantes inferior direito ($p=0,427$) e superior direito ($p=0,173$). Vale acrescentar que, no quadrante superior esquerdo localizou-se, de um total de 3 vozes, apenas uma sopro. A voz tensa, da mesma forma que as anteriores, localizou-se no quadrante inferior esquerdo quando apresentou graus menores de desvio vocal, seguido dos quadrantes inferior direito e inferior esquerdo.

Embora os mecanismos de tensão sejam variados, nenhuma voz tensa localizou-se no quadrante superior esquerdo, provavelmente porque o que predomina neste tipo de voz é a irregularidade dos ciclos vibratórios e não a turbulência da corrente de ar, que seria facilmente identificado pelo GNE^{4,25}. Se a voz apresentasse mais ruído do que irregularidade, ela não seria classificada como tensa. As vozes tensas localizadas no quadrante superior direito apresentaram grau 4 de alteração. Concluindo, quanto pior a disfonia, maior a chance da distribuição da amostra de voz localizar-se no quadrante superior direito. De modo semelhante, o estudo que comparou vozes adaptadas, traqueoesofágicas e de pacientes laringectomizados parciais, observou localização dos grupos em diferentes áreas do diagrama de rouquidão, de acordo com o grau de alteração²³.

Em resumo, a área de normalidade e a densidade diferenciaram os grupos com e sem alteração vocal. O quadrante relacionou-se com o tipo da voz e o grau de alteração. Ou seja, o diagrama de desvio fonatório, assim como as descrições do diagrama de rouquidão dos alemães, foi capaz de diferenciar vozes adaptadas e alteradas, e de permitir a descrição do grau do desvio vocal^{19,21,84}. Apesar de alguns autores afirmarem que a confiabilidade das medidas de perturbação relaciona-se a diversos fatores, como por exemplo, o grau da alteração vocal^{9,10,11,29}, o diferencial do diagrama de desvio fonatório é a opção logarítmica utilizada, que permite a extração de medidas acústicas de amostras vocais com qualquer grau de alteração^{14,19,22,23,24,25}.

Quanto à análise da frequência fundamental, a esperada diferença por sexo apresentou-se verdadeira na tabela 9, com diferença estatisticamente significativa ($p<0,001$). A literatura mostra que a faixa da F_0 varia de 80 a 150 Hz para os homens e, para as mulheres, de 150 a 250 Hz^{57,96}. Neste trabalho, as mulheres obtiveram médias da F_0 abaixo dos padrões de normalidade apenas nas vozes rugosas (165,91 Hz),

como verificado na literatura^{27,50}. Os homens apresentaram valores elevados da média da F_0 nas vozes soprosas (172,5 Hz). Nas vozes tensas, tanto os homens quanto as mulheres apresentaram F_0 elevada (179,45 e 233,9 Hz, respectivamente). A frequência fundamental é determinada fisiologicamente pelo número de ciclos glóticos sucessivos que se repetem em um segundo¹³. Os mecanismos envolvidos na modificação da F_0 de uma voz são, principalmente, comprimento, massa e tensão à fonação. A irregularidade de vibração dos ciclos glóticos sucessivos presente na voz rugosa, associada ao aumento de massa da mucosa da prega vocal, justifica o agravamento da F_0 nas mulheres. Por outro lado, vozes soprosas podem estar associadas ao fechamento glótico inadequado que gera um menor contato entre as pregas vocais. Quanto maior a tensão, mais rápidos são os ciclos glóticos e mais aguda é a frequência gerada⁵. Desta forma, os ajustes empregados na voz predominantemente tensa favorecem frequências habituais agudas, como ocorreu em ambos os sexos.

Considerando-se que o padrão de normalidade estabelecido pelo programa Voxmetria para este parâmetro é 0,6%, apenas as vozes adaptadas apresentaram médias de valores de *jitter* aceitáveis (0,15%). No grupo com alteração vocal, o valor do *jitter* da voz tensa (1,54%) foi estatisticamente diferente das vozes rugosas (1,74%; $p=0,021$) e soprosas (3,19%; $p=0,002$). Ainda na tabela 9, mesmo o *jitter* diferenciando as vozes tensas das soprosas, e também das rugosas, os valores do parâmetro apresentaram-se fora dos padrões da normalidade nos três tipos de voz, porém mais reduzidos na voz tensa. Wolfe, Martin⁵⁰ referiram que vozes tensas diferenciam-se das soprosas pelo valor do *jitter*. Nesta pesquisa, as vozes rugosas e soprosas não apresentaram diferença significativa em relação ao *jitter* ($p=0,163$), embora na literatura, o *jitter* tenha apresentado relação significativa com a rouquidão^{61,62,67} e soproidade^{15,27,50}.

Quanto aos valores de *shimmer*, a tabela 9 mostra que na voz tensa (8,83%) os valores diferenciaram-se da rugosa (11,65%; $p=0,003$) e da soproada (12,74%; $p=0,005$). Pesquisa baseada em curvas espectrais do fator diferencial harmônico-ruído (*spectral curves based on harmonic-noise difference factors* – HDNF) encontrou diferenças estatisticamente significantes entre vozes soprosas e tensas, embora também não se tenha conseguido diferenciar vozes rugosas e soprosas¹⁰⁴.

Recentemente, os valores de *jitter* e *shimmer*, assim como o da PSR, foram considerados marcadores importantes na indicação de imagem digital ultra-rápida, uma vez que esta técnica não permite avaliações de vozes disfônicas severas¹⁰⁵. É possível

que cada parâmetro acústico apresente correlação com mais de um tipo de voz, como já apontava Wolfe e Martin⁵⁰. Provavelmente, uma dimensão específica da qualidade vocal tenha uma ou mais pistas acústicas para sua percepção²⁰.

O parâmetro correlação (tabela 9), definido pelo *MWC – Waveform Matching Coefficient*^{8,94}, também foi capaz de diferenciar vozes adaptadas e alteradas. As vozes tensas (0,92), com valores mais próximos das vozes adaptadas (0,99), diferenciaram-se das rugosas e soprosas (0,87; $p=0,018$ e 0,83; $p=0,002$, respectivamente). Para este parâmetro, o valor limite máximo é 1 (um), alcançado para sinais com períodos idênticos, ou seja, sinais periódicos. Portanto, os três parâmetros acústicos, *jitter*, *shimmer* e correlação, extraídos do programa Voxmetria, nas vozes tensas, apresentaram-se mais próximos dos valores estabelecidos como normalidade. Os piores valores foram encontrados nas vozes soprosas. Embora a diferença do grau das alterações vocais não tenha sido estatisticamente significativa, a voz soprosa foi a que apresentou pior média do grau de alteração (tabela 2). Assim como os resultados apresentados, medidas acústicas são capazes de discriminar vozes adaptadas de vozes disfônicas, principalmente com base nas medidas de instabilidade fonatória⁹⁹.

O parâmetro GNE (proporção sinal glótico/ruído excitado) foi proposto com o objetivo de se mensurar o ruído adicional independentemente do ruído modulado^{4,21,25}. Na tabela 9 observa-se diferença estatisticamente significativa entre os valores do GNE nos diferentes tipos predominantes de voz. Entretanto, o valor do GNE na voz soprosa (0,44 dB) foi o único fora dos limites oferecidos pelo programa, entre 0,5 dB e 1 dB. As vozes tensas e rugosas apresentaram valores médios dentro dos padrões da normalidade (0,75 e 0,62 dB), assim como a voz adaptada (0,92 dB). O valor do GNE da voz tensa foi o mais próximo da voz adaptada. Em contrapartida, se a soproidade é causada por um aumento da corrente aérea sonorizada, e se o GNE indica se o sinal vocal está sendo originado pela vibração das pregas vocais ou pela corrente de ar turbulenta gerada no trato vocal, é explicável que este parâmetro tenha se apresentado alterado na voz soprosa. De acordo com a literatura, o GNE está relacionado à soproidade, embora não seja uma medida extraída deste componente^{4,25}. Outras medidas de ruído mostram valores similares para todas as vozes alteradas, mesmo com os sinais acústicos com características distintas, e o GNE apresenta avaliação independente do componente de ruído, assim como foi apresentado na tabela 9.

Alguns autores²⁰ assumem que alterações da qualidade vocal resultam em modificações de características particulares do sinal acústico, embora existam poucas

razões empíricas para se acreditar nisso. O desenvolvimento de índices de perturbação ou das medidas de ruído está relacionado aos modelos de produção da fala e não de sua percepção. As medidas ou parâmetros de avaliação propostos ainda contemplam apenas uma fração da totalidade de todas as apreciações ou julgamentos realizados pelo ouvido humano¹⁵.

Na análise das correlações, a tabela 10 mostra a matriz de correlação entre as variáveis dos parâmetros acústicos no grupo sem alteração vocal. Foram analisadas apenas as correlações significantes, de qualidade boa e ótima, com valores acima de 61%. A frequência fundamental correlacionou-se com sexo (86%), conforme o esperado, ou seja, a frequência fundamental elevada relaciona-se com sexo feminino e, a reduzida, com o sexo masculino. Quanto maiores os valores da F_0 , menores os valores de *shimmer* (-65,8%), estabelecendo uma correlação negativa, favorecendo a relação do *shimmer* com o sexo¹³. Da mesma maneira, também estabelecendo uma correlação negativa, o parâmetro correlação relacionou-se com *shimmer*. Quanto maior a correlação, sendo que o ideal é entre 0,5 e 1, menores os valores de *shimmer* (-62,3%). Os experimentos realizados com sinal artificial constataram que a extração dos valores do GNE, como descrito na sua fórmula, é quase totalmente independente dos valores de *jitter* e *shimmer*^{4,21,25}. Reiterando tal constatação, não houve correlação suficiente entre o GNE, o *jitter* e o *shimmer*.

Finalmente, a tabela 11 apresenta a matriz de correlação entre as variáveis dos parâmetros acústicos no grupo com alteração vocal. Em relação à distribuição das amostras vocais no diagrama de desvio fonatório, a única correlação relevante ocorreu entre a área de normalidade e os parâmetros acústicos *jitter* (64,3%), *shimmer* (73,6%) e correlação (-70,2%). A F_0 correlacionou-se com o tipo de voz (64,5%), sendo que as vozes rugosas apresentaram F_0 mais agravada, seguida das soprosas e, por fim, das tensas. O fato das vozes rugosas, quando comparadas às outras qualidades vocais, apresentarem valores mais reduzidos da F_0 reflete, parcialmente, uma tendência em se perceber vozes alteradas com F_0 reduzida como sendo mais rugosas do que aquelas que apresentam valores elevados da F_0 ⁵⁰.

O grau da alteração vocal correlacionou-se com os mesmos parâmetros acústicos *jitter* (68,3%), *shimmer* (68,2%) e coeficiente de correlação (-70,9%); quanto maior o grau da disfonia, maiores os valores de *jitter* e *shimmer*. A correlação negativa indica que, quanto maior o desvio vocal, menor é o valor do parâmetro correlação (tabela 11). Tais resultados discordam dos autores que acreditam que os valores de

shimmer correlacionam-se menos diretamente com as disfonias do que os valores de *jitter*⁵. Os resultados da presente pesquisa concordam com aqueles que acreditam que a rugosidade seja caracterizada tanto pelo *jitter* como pelo *shimmer*⁶³, diferente daqueles que acreditam em um parâmetro esteja relacionado a uma qualidade específica^{15,27,50,61,62}.

As correlações significantes entre *jitter* e *shimmer* (77,9%) indicaram que ambas as medidas avaliam características vocais similares. O parâmetro correlação correlacionou-se negativamente com *jitter* (-71,2%) e *shimmer* (-86,5%). O GNE estabeleceu boa correlação com *jitter* (-61,9%) e correlação (68,6%), além da correlação de qualidade regular com *shimmer* (-58,4%). Michaelis, Gramss, Strube²⁵ propõem que a relação do *jitter*, *shimmer*, correlação e GNE seja capaz de realizar uma descrição mais confiável da qualidade vocal.

Corroborando a afirmação que o diagrama de desvio fonatório apresenta como diferencial a extração de medidas acústicas independentes da frequência fundamental, a correlação entre a F_0 com *jitter* (-8,9%), *shimmer* (-11,2%), parâmetro correlação (8,4%) e GNE (-2,1%) não foi significativa e a qualidade da correlação foi péssima (tabela 11).

Portanto, o presente trabalho, que apresentou o objetivo de correlacionar a avaliação perceptivo-auditiva de vozes predominantemente adaptadas, rugosas, soprosas ou tensas com diagrama de desvio fonatório, concluiu que o DDF é uma excelente ferramenta de diferenciação dos diferentes tipos de vozes selecionadas e, o parâmetro acústico de ruído, o GNE, foi o único capaz de diferenciar os três tipos predominantes. Desta forma, o diagrama de desvio fonatório foi capaz de discriminar vozes adaptadas e alteradas, sendo que todas as vozes adaptadas localizaram-se dentro da área estabelecida como padrão de normalidade. A distribuição das amostras vocais em quadrantes relacionou-se com o tipo de voz e o grau de alteração da disфонia. Vozes rugosas tenderam a localizar-se no quadrante inferior direito, as soprosas no quadrante superior direito e, as tensas, no inferior esquerdo. Vozes com grau 1 de alteração, e algumas vozes grau 2, localizaram-se no quadrante inferior esquerdo, e aquelas com grau de alteração elevado, no quadrante superior direito, independente do tipo de voz predominante.

Entretanto, sabe-se que a análise acústica vocal não substitui a análise perceptivo-auditiva, além de não representar toda a avaliação do paciente. É de conhecimento comum que avaliar vozes alteradas do ponto de vista perceptivo-auditivo

não é uma tarefa fácil, e diferenças existem mesmo entre os avaliadores mais treinados^{7,32}. A sugestão de Hammarberg¹⁰⁶, no que diz respeito ao treinamento mais efetivo de avaliadores com identificação da relação perceptivo-acústica, parece ser interessante e apropriada. É pouco viável descrever qualidades isoladas de um contexto complexo, como a qualidade de uma voz. O presente estudo avaliou a predominância das três qualidades vocais mais comuns na clínica fonoaudiológica, não relevando o contexto multidimensional da voz. Entretanto, a identificação de parâmetros acústicos discriminatórios estabelece um ponto de partida para outros estudos relacionados aos diferentes tipos de voz. A importância do entendimento dos diferentes mecanismos fonatórios, assim como a melhor compreensão da percepção da qualidade vocal adaptada ou alterada, auxilia no direcionamento e prognóstico da reabilitação vocal.

6 CONCLUSÕES

6 Conclusões

O estudo da distribuição de amostras vocais de vozes adaptadas, predominantemente rugosas, soprosas e tensas, no diagrama de desvio fonatório, permite concluir que:

- 1 - O diagrama de desvio fonatório é capaz de discriminar vozes adaptadas e vozes alteradas.
- 2 - As vozes adaptadas localizam-se dentro da área de normalidade proposta pelo diagrama, enquanto a maioria das vozes alteradas localiza-se fora desta nesta área.
- 3 - Não há relação entre o tipo de voz, densidade e forma na distribuição da amostra vocal no diagrama de desvio fonatório.
- 4 - A distribuição das vozes nos quadrantes do diagrama relaciona-se tanto com o tipo como o grau da alteração da voz.
- 5 - O GNE foi o único parâmetro acústico capaz de diferenciar os três tipos de vozes alteradas estudadas.

7 ANEXOS

ANEXO 1

Universidade Federal de São Paulo
Escola Paulista de Medicina

Comitê de Ética em Pesquisa
Hospital São Paulo

São Paulo, 15 de junho de 2007
CEP 0608/07

Ilmo(a). Sr(a).

Pesquisador(a) GLAUCYA MARIA VICENTE MADAZIO

Co-Investigadores: Mara Behlau (orientadora)

Disciplina/Departamento: Fonoaudiologia/Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo

Patrocinador: Recursos Próprios.

PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA INSTITUCIONAL

Ref: Projeto de pesquisa intitulado: “**Distribuição acústica de vozes predominantemente rugosas, soprosas e tensas no diagrama de disфонia**”.

CARACTERÍSTICA PRINCIPAL DO ESTUDO: Estudo clínico observacional transversal.

RISCOS ADICIONAIS PARA O PACIENTE: sem risco, nenhum procedimento invasivo.

OBJETIVOS: Verificar se o diagrama de desvio fonatório apresenta característica discriminatórias na distribuição acústica de amostras de vozes previamente classificadas, por meio de uma avaliação perceptivo-auditiva, como predominantemente rugosas, soprosas e tensas, em indivíduos adultos, de acordo com o sexo..

RESUMO: Serão analisadas 120 amostras de vozes de indivíduos adultos, de ambos os sexos, com queixa vocal, na faixa etária entre 18 e 70 anos, avaliados no Setor Interdepartamental de laringologia e voz da Unifesp. As amostras vocais, que fazem parte de um banco de vozes, consistem na emissão sustentada na vogal “é”, com duração de 3 segundos, previamente avaliadas por três fonoaudiólogos especialistas em voz e classificadas em vozes predominantemente rugosas, soprosas e tensas. Serão distribuídas em seis grupos, e, posteriormente verificada a análise acústica das amostras de voz, utilizando-se o diagrama de disфонia, que será classificada em relação à densidade e à forma, com o auxílio de um cálculo matemático.

FUNDAMENTOS E RACIONAL: desenvolvimento de nova forma diagnóstica.

MATERIAL E MÉTODO: descritos os procedimentos que serão realizados.

TCLE: adequado de acordo com a Res 196/96.

DETALHAMENTO FINANCEIRO: CAPES.

CRONOGRAMA: 24 meses.

OBJETIVO ACADÊMICO: Doutorado.

ENTREGA DE RELATÓRIOS PARCIAIS AO CEP PREVISTOS PARA: 14/6/2008 e 14/6/2009.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Paulo/Hospital São Paulo **ANALISOU** e **APROVOU** o projeto de pesquisa referenciado.

ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, Fga. Glaucya Maria Vicente Madazio, doutoranda em Distúrbios da Comunicação Humana – Departamento de Fonoaudiologia - UNIFESP, sob a orientação da Prof^a Dr^a Mara Behlau, estou desenvolvendo uma pesquisa intitulada “Distribuição acústica de vozes predominantemente rugosas, soprosas e tensas no diagrama de disfonia”, cujo objetivo é verificar se o diagrama de disfonia apresenta características discriminatórias na distribuição acústica de amostras de vozes previamente classificadas, por meio de uma avaliação perceptivo-auditiva, como predominantemente rugosas, soprosas e tensas.

Para que seja possível estudar tais características será realizada uma gravação da voz, que fará parte de um banco de vozes, conforme o seguinte protocolo: emissão da vogal “e” por 5 segundos e contagem dos números de 1 (um) até 10 (dez). A gravação será realizada por meio de um microfone interligado a um computador. Este procedimento ocorrerá no Setor Interdepartamental de Laringologia e Voz da Universidade Federal de São Paulo. O tempo de duração desta gravação será em torno de 02 (dois) minutos, não promovendo nenhum tipo de desconforto ou constrangimento ao paciente. Este estudo permite um melhor entendimento da análise acústica das vozes com o intuito de realizar um diagnóstico mais preciso e uma conduta terapêutica mais direcionada.

Em qualquer etapa desta pesquisa, o paciente poderá procurar a pesquisadora para esclarecimento de eventuais dúvidas no Setor Interdepartamental de Laringologia e Voz da Universidade Federal de São Paulo, situado à rua dos Otonis, 700 – Vila Clementino, São Paulo – tel: (011) 55732740. Se houver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), à rua Botucatu, 572 – 1º andar – cj. 14, tel: (011) 5571-1062; fax: (011) 5539-7162; e-mail: cepunifesp@epm.br.

Não haverá despesas pessoais para o participante e nem compensação financeira relacionada a sua participação.

Em caso de dano pessoal, causado diretamente pelos procedimentos propostos nesta pesquisa, o participante terá direito a tratamento médico na instituição, bem como às indenizações legalmente estabelecidas.

Todas as informações obtidas serão utilizadas somente para esta pesquisa.

Eu, _____,
abaixo assinado, tendo recebido as informações da atual pesquisa e ciente dos meus direitos abaixo relacionados, concordo em participar da mesma.

1. A garantia de receber a resposta a qualquer perguntas ou esclarecimento a dúvidas a cerca dos procedimentos, riscos, benefícios e outros relacionados com a pesquisa a que serei submetido;
2. A liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar no estudo sem que esse traga prejuízo à continuação do meu cuidado e tratamento;
3. A segurança de que não serei identificado e que será mantido o caráter confidencial da informação relacionada com a minha privacidade;
4. O compromisso de me proporcionar informação atualizada durante o estudo, ainda que esta possa afetar minha vontade de continuar participando.

São Paulo, ____ de _____ de 2006.

Assinatura do paciente ou responsável

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação nesta pesquisa.

Fga. Glaucya Maria Vicente Madazio
(responsável pela pesquisa)

ANEXO 3

PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA

Instruções

1) Você ouvirá 255 vozes (aproximadamente 3s de emissão sustentada da vogal “é”) para categorizar. Escutará quantas vezes forem necessárias cada emissão e marcará apenas UMA das 4 possibilidades de marcação de acordo com os critérios abaixo.

- voz adaptada: quando a voz for aceitável socialmente, com freqüência, intensidade apropriadas para sexo e idade

- voz com **predominância de RUGOSIDADE**: quando ouvir qualquer tipo de irregularidade fonatória predominantemente / ciclos irregulares

- voz com **predominância de SOPROSIDADE**: quando apresentar ar não-sonorizado predominantemente / ar modulado

- voz com **predominância de TENSÃO**: quando ouvir esforço à fonação predominantemente / grau de constrição

- **OUTRA**: quando não apresentar alguma das predominâncias acima, ou a combinação de duas ou mais dos tipos de vozes, ou voz instável, tremor, etc.

2) Posteriormente, assinale com um (|) na escala analógica linear de 10cm **o grau da alteração predominante de cada voz.**

3) Escutar com o fone bilateral plantronics na intensidade confortável para o seu ouvido. OBS: Não alterar o volume do fone no decorrer da escuta.

01	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo
02	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo
03	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo
04	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo
05	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo
06	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo
07	adaptada	rugosa	soprosa	tensa	outra	Grau da alteração predominante 0 _____ 10 nada _____ extremo

8 REFERÊNCIAS

8 REFERÊNCIAS

1. Fex S. Perceptual evaluation. *J Voice* 1992; 6:155-8.
2. Sonninem A, Hurme P. On terminology of voice research. *J Voice* 1992; 6:188-93
3. Behlau M. Considerações sobre a análise acústica em laboratórios computadorizados de voz. In: Araújo R, Pracownik A, Soares LSD (org). *Fonoaudiologia atual*. Rio de Janeiro: Revinter; 1997. p.93-115.
4. Fröhlich M, Michaelis D, Strube HW. Acoustic “breathiness measures” in the description of pathological voices. ICASSP, Seattle, WA. Proceedings. 1998. p.937-40.
5. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P. Avaliação de voz. In: Behlau M, organizador. *Voz: o livro do especialista*. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 85-245.
6. Camargo ZA, Madureira S. Análise Acústica: Revisão Crítica de Estudos no Campo das Disfonias. In: *Tratado de Fonoaudiologia*. Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limonge SCO. São Paulo: Roca, 2004. pp 25-34.
7. Kreiman J, Gerrat BR, Precoda K, Berke GS. Individual differences in voice quality perception. *J Speech Hear Res* 1992; 35:512-20
8. Yamasaki R, Behlau M. Comparação de medidas acústicas de vozes gravadas em três diferentes sistemas de registro. In: Behlau M. *Laringologia e Voz Hoje*. Temas do IV Congresso de Laringologia e Voz. Revinter, Rio de Janeiro, 1998 p.356.
9. Titze I, Liang, H. Comparison of F_0 extraction methods for high precision voice perturbation measurement. *NCVS Status and Progress Report* 1992; 3:97-115.
10. Camargo ZA. Avaliação Acústica e Aerodinâmica da Laringe. In: Campos CAH, Costa HOO. *Tratado de Otorrinolaringologia, parte V – Laringologia e Voz*. São Paulo: Roca 2002.
11. Rabinov CR, Kreiman J, Gerrat BR, Bielamowicz S. Comparing realibility of perceptual ratings of roughness and acoustic measures of *jitter*. 1995, *J Speech Hear Res*, 38:26-32.
12. Bielamowicz S, Kreiman J, Gerrat BR, Dauer MS, Berke, GS. Comparison of voice analysis systems for perturbation measurements. *J Speech Hear Res* 1996; 39:126-134.
13. Baken RJ. *Clinical measurement of speech and voice*. 2nd ed. San Diego: Singular; 1996.

14. Fröhlich M, Michaelis D, Strube HW, Kruse E. Acoustic voice quality description: case studies for different regions of the hoarseness diagram. In: Wittenberg T, Mergell P, Tigges M, Eysholdt U (ed). *Advances in quantitative laryngoscopy, 2nd Round Table*; 1997; Erlangen. p.143-150.
15. Eskenazi L, Childers DG, Hicks DM. Acoustic correlates of vocal quality. *J Speech Hear Res* 1990; 33:298-306.
16. Kreiman J, Gerratt B, Kempster G, Erman A, Berke GS. Perceptual evaluation of voice quality: review, tutorial, and a framework for future research. *J Speech Hear Res* 1993; 36:21-40.
17. Dejonckere PH. Principal components in voice pathology. *J Voice* 1995; 4:96-105.
18. Dejonckere PH, Lebacqz J. Acoustic, perceptual, aerodynamic and anatomical correlations in voice pathology. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1996; 58(6): 326-32.
19. Fröhlich M, Michaelis D, Strube HW, Kruse E. Acoustic voice analysis by means of the hoarseness diagram. *J Speech Hear Res* 2000; 43: 706-720.
20. Patel S, Shrivastav R. Perception of dysphonic vocal quality: some thoughts and research updates – perspectives on voice and voice disorders. *ASHA Division 3*. 2007; 17(2): 3-6.
21. Michaelis D, Fröhlich M, Strube HW. Selection and combination of acoustic features for the description of pathologic voices. *J Acoustic Soc Am* 1998; 103:1628-1640.
22. Schneider B, Denk DM, Bigenzahn W. Acoustic assessment of the voice quality before and after medialization thyroplasty using the titanium vocal fold medialization implant (TVFMI). *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2003, 128:815-22.
23. Olthoff A, Mrugalla S, Laskawi R, Fröhlich M, Stuermer I, Kruse E, Ambrosch P, Steiner W. Assessment of irregular voices after total and laser surgical partial laryngectomy. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2003, 129: 994-9.
24. Harnisch W, Brosch S, Schmidt M, Hagen R. Breathing and voice quality after surgical treatment for bilateral vocal cord paralysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*, 2008, 134:278-84.
25. Michaelis D, Gramss T, Strube HW. Glottal-to-noise excitation ratio – a new measure for describing pathological voices. *Acta Acustica* 1997; 83:700-706.
26. Matiello T, Behlau M. Manual do programa VoxMetria. CTS Informática, 2002.

27. Mattos MJB. Correlação entre as avaliações perceptivo-auditiva, acústica e tipos de disfonia [monografia]. São Paulo: Centro de Estudos da Voz; 2005.
28. Nawka T, Anders LC, Wendler J. Die auditive Beurteilung heiserer Stimmen nach dem RBH-System. *Sprache-Stimme-Gehör*. 1994, 18: 130-33.
29. Titze I. Workshop on acoustic voice analysis. IOWA: National Center for Voice and Speech, 1995
30. Dejonckere P, Remacle M, Fresnel-Elbaz E, Woisard V, Crevier-Buchman L, Millet B. Differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality: reliability and correlations with acoustic measurements. *Rev Laryngol Otol Rhinol* 1996; 117:219-24.
31. Oates J, Russell A. A Sound Judgment – SJ, 1997 – pela internet: www.cleardv.com.au
32. Bassich CJ, Ludlow C. The use of perceptual methods by new clinicians for assessing voice quality. *J Speech and Hearing Disorders* 1986; 51:125-33.
33. De Bodt M, Van de Heyning M, Wuyts FL, Lambrechts L. The perceptual evaluation of the voice disorders. *Acta Otorhinolaryngol Bel* 1996; 50:283-91.
34. Gerrat BR; Kreiman J. Theoretical and methodological development in study of pathological voice quality. *J Phonetics* 2000; 28:335-42.
35. Kreiman J, Gerrat B, Ito M. When and why listeners disagree in voice quality assessment tasks. *J Acoustic Soc Amer* 2007; 122(4):2354-64.
36. Hirano M. Clinical examination of voice. New York: Springer-Verlag; 1981.
37. Isshiki N, Okamura M, Tanabe M, Morimoto M. Differential diagnosis of hoarseness. *Folia Phoniatr* 1969, 21:9-19.
38. De Bodt FL, Wuyts FL, Van De Heyning PH, Croux C. Test-retest study on the GRBAS scale: influence of experience and professional background on perceptual rating of vocal quality. *J Voice* 1997;11:74-80.
39. Behlau M. Consensus auditory – perceptual evaluation of voice (CAPE-V), ASHA 2003. *Rev Soc Bras Fonoaudiologia* 2004; 9(3):187-9.
40. Laver J. The phonetic description of voice quality. London: Cambridge University Press, 1980.
41. Cassol M, Behlau M, Madureira S. Aplicação de um modelo fonético na análise da qualidade vocal de indivíduos disfônicos. In: 34^o Congresso Brasileiro de Otorrinolaringologia; 1998; Porto Alegre. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia; 1998. p190.

42. Boone D, McFarlane S. The voice and the voice care. Englewood Cliffs: Prentice Hall; 1994.
43. Wenderl J, Rauhut A, Kruger H. Classification of voice qualities. *J Phonetics* 1986; 14: 483-8.
44. Wuyts FL, De Bodt MS, Van De Heyning PH. Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale? An experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. *J Voice* 1999; 13:508-17.
45. Jacobson BH, Johnson A, Grywalski C, Silbergleit A, Jacobson G, Benninger M, Newman CW. The voice handicap index (VHI): development and validation. *Amer J Speech Lang Pathol* 1997; 6:66-7.
46. Gift AG. Visual analogue scales: Measurement of subjective phenomena. *Nurs res.* 1989; 38(5):286-88.
47. Simberg S, Laine A, Sala E, Rönnemaa AM. Prevalence of voice disorders among future teachers. *J Voice.* 2000;14:231-35.
48. Yamasaki R, Leão SHS, Madazio G, Padovani M, Azevedo R. Análise perceptivo-auditiva de vozes normais e alteradas: Escala analógica visual. In: XV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia e VII Congresso Internacional de Fonoaudiologia; 2007 out 16-20; Gramado - RS.
49. Yamasaki R, Leão SHS, Madazio G, Padovani M, Azevedo R, Behlau M. Correspondência entre Escala Analógico-Visual e a Escala Numérica na Avaliação Perceptivo-Auditiva de Vozes. In: XVI Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia. 2008; Campos de Jordão – SP.
50. Wolfe V, Martin D. Acoustic correlates of dysphonia: type and severity. *J Commun Disord* 1997; 30: 403-416.
51. Nawka T, Anders LC. RBH – Die auditive klassifikation der herserkeit. *Lehrbuch der phoniatrioes und pädaudiologie.* Stuttgart: Thieme-Veglag, 2005.
52. Karnell MP, Melton SD, Childers JM, Coleman TC, Dauley AS, Hoffman HT. Reliability of clinician-based (GRBAS and CAPE-V) and patient-based (V-RQOL and IPVI) documentation of voice disorders. *J Voice* 2007, 21:576-90.
53. Kreiman J, Gerratt BR, Precoda K. Listener experience and perception of voice quality. *Am J Speech Language Hearing Association.* 1990, 33:103-15.
54. Bele I. Reliability in perceptual analysis of voice quality. *J Voice* 2005; 19(4): 555-73.
55. Kent RD, Weismer G, Kent JF, Vorperian HK, Duffy JR. Acoustic studies of dysarthric speech: methods progress and potential. *J Commun Disord* 1999; 32:146-86.

56. Carding PN, Steen, Webb A, Mackenzie D, Deary IJ, Wilson JA. The reliability and sensitivity to change of acoustic measures of voice quality. *Clin Otolaryngol* 2004; 29: 538-44.
57. Behlau M, Tosi, Pontes P. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura *jitter* e intensidade *shimmer* para falantes do português brasileiro. *Acta AWHO* 1985; 4:5-10.
58. Lieberman P. Perturbation in vocal pitch. *J Acoust Soc Amer* 1961; 33:597-603.
59. Von Leden H, Timcke R, Moore P. Laryngeal vibrations: measurements of the gl68.ottic wave. Part III: The pathologic larynx. *Arch Otolaryngol* 1958; 71:16-35.
60. Klatt DH, Klatt LC. Analysis, synthesis and perception of voice quality variations among female and male talkers. *J Acoustic Soc Amer* 1990, 87: 820-57.
61. Yumoto E, Sasaki Y, Okamura H. Harmonics-to-noise ratio and psychological measurement of the degree of harshness. *J Speech Hear Res* 1984; 27:2-6.
62. Wolfe V, Steinfatt T. Prediction of vocal severity within and across voice types. *J Speech Language Hear Res*, 1987; 30: 230-40.
63. Omori H, Kojima R, Kakani D, Slavitt S, Blaungrund. Rough voice: subharmonics. *J Voice*. 1997; 11 (1): 40-7.
64. Baken RJ, Orlikoff. Voice measurements: is more better? *Log Phoniatr Vocol* 1997; 22:147-51.
65. Zhang Y, Jiang JJ. Acoustic analysis of sustained and running voices from patients with laryngeal pathologies. *J Voice* 2008; 22:1-9.
66. Hiki S. Relationship between efficiency of phonation and the tonal quality of speech. In: Bless DM, Abbes JH, editor. *Vocal fold physiology – contemporary research and clinical issues*. San Diego: College-Hill; 1983. p.333-43.
67. de Krom G. A cepstrum-based technique for determining a harmonic-to-noise ratio in speech signals. *J Speech and Hear Res* 1995; 36:224-266.
68. Hiroto I. Hoarseness: view points of voice physiology. *Jap J Logoped Phoniatr* 1967; 8: 1-9.
69. Yanagihara N. Hoarseness: investigation of the physiological mechanisms. *J Speech Hear Res* 1967; 10:531-41.
70. Sansone FE, Emanuel FW. Spectral noise levels and roughness severity ratings for normal and simulated rough vowels produced by adult males. *J Speech Hear Res* 1970; 13:489-502.

71. Yumoto E, Gould WJ, Baer T. Harmonic-to-noise ratio as an index of the degree of hoarseness. *J Acoustic Soc Amer* 1982; 71:1544-50.
72. Kojima H, Gould WJ, Lambiase A, Isshiki N. Computer analysis of hoarseness. *Acta Otolaryngol* 1980; 89:547-54.
73. Kitajima K. Quantitative evaluation of the noise level in the pathologic voice. *Folia Phoniatr* 1981; 33:115-24.
74. Rodrigues S. Proporção harmônico-ruído: valores para indivíduos adultos brasileiros [monografia]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1993.
75. Madazio G, Behlau M, Pontes P. Harmonic-to-noise ratio and auditory perceptual evaluation: clinical application. In: 24th Congress IALP; 1998; Amsterdam. Proceedings. p.209-10.
76. Lee CK, Childers DG. Some acoustical, perceptual and physiological aspects of vocal quality. In: Gauffin J, Hammarberg B, editores. *Vocal fold physiology – acoustic, perceptual and physiological aspects of voice mechanisms*. San Diego: Singular; 1991. p.233-42.
77. Isshiki N, Yanagihara N, Morimoto M. Approach to the objective diagnosis of hoarseness. *Folia Phoniatr* 1966; 18:393-400.
78. Awan SN, Frenkel ML. Improvements in estimating the harmonic-to-noise ratio of the voice. *J Voice* 1994; 8:255-62.
79. Muta H, Muraoka T, Wagatsuma K, Horiuchi M, Fukuda H, Takayama E, Fijuoka T, Kanov S. Analysis of hoarse voices using the LPC method. In: Baer T, Sasaki C, Harris K, editores. *Laryngeal function in phonation and respiration*. San Diego: Singular, 1991. p.463-74.
80. Klingholz F. The measurement of the signal-to-noise ratio (SNR) in continuous speech. *Speech Commun* 1987; 6:15-26.
81. Baken RJ. An overview of laryngeal function on voice production. In: Sataloff R. *Professional voice – the science and art of clinical care*. 3rd ed, v1. San Diego, 2005.
82. Gama ACC. Análise acústica de voz: estudo comparativo entre mulheres sem queixa vocal e com disfonia [tese]. São Paulo, Universidade Federal de São Paulo; 1997.
83. Koike Y. Application of some measures for the evaluation of laryngeal dysphonia. *Studia Phonologica* 1971; 7: 45-50.
84. Fuchs M, Fröelich M, Hentschel B, Stuermer IW, Kruse E, Knauff D. Predicting mutational change in the speaking voice boys. *J Voice* 2007; 21:169-78.

85. Davis, SB. Acoustical characteristics of normal and pathological voices. In: Lass N. Speech and language advances in basic research and practice. New York, Academic Press; 1979. p.271-335.
86. Barrichelo V, Behlau M. Perceptual identification and acoustic measures of the resonant voice based on “Lessac’s Y-Buzz” – a preliminary study with actors. *J Voice* 2007; 21(1):46-53.
87. Fant, G. Acoustic Theory of Speech Production. Paris, Mouton, 1970.
88. Kent RD, Read C. The acoustic analysis of speech. San Diego: Singular, 1992.
89. Câmara Junior JM. As vogais em português. In: Problemas de linguística descritiva. Petrópolis: Vozes; 1969 p.20-5.
90. Behlau M, Azevedo R, Pontes P. Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In: Behlau M, organizador. Voz: o livro do especialista. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 53-84.
91. Roy N, Mirrel RM, Thibeault S, Parsa RA, Gray SD, Smith EM. Prevalence of voice disorders in teachers and the general population. *J Speech Hear Res* 2004; 47(2):281-93.
92. Roy N, Mirrel RM, Gray SD, Smith EM. Voice disorders in the general population: prevalence, risk factors, and occupational impact. *Laryngoscope* 2005; 115(11):1988-95.
93. Van Borsel J, Janssens J, De Bodt M. Breathiness as a feminine voice characteristic: a perceptual approach. *J Voice* 2009; 23(3):291-4.
94. Milenkovic P. Least mean square measures of voice perturbation. *J Speech Hear Res* 1987; 30: 529-38.
95. Houssais A – Mini dicionário Houssais da língua portuguesa. 2ªed – revisada, aumentada, reformulada. Rio de Janeiro, Moderna, 2008.
96. Takahashi H, Koike Y. Some perceptual dimensions and acoustical correlates of pathological voices. *Acta Oto-Laryngol* 1976; 338:2-22.
97. Hammarberg B. Voice research and clinical needs. *Folia Phoniatr Logoped* 2000; 52:93-102.
98. Dejonckere PH. In: 3rd World Voice Congress; 2006; Istambul, Turquia.
99. Awan SN, Roy N. Acoustic prediction of voice type in women with functional dysphonia. *J Voice* 2005; 19(2):268-82.
100. Speyer R, Wieneke GH, Dejonckere PH. Documentation in progress in voice therapy: perceptual, acoustic and laryngostroboscopic findings pre-therapy and post-therapy. *J Voice* 2004; 3(18): 325-40.

-
101. Shrivastav R, Sapienza CM, Nandur V. Application of Psychometric Theory on the measurement of voice quality using ratings scales. *J Speech Language Hear Res* 2005; 48: 323-40.
 102. Camargo ZA. Avaliação objetiva da voz. In: Carrara-de Angelis E e col. A atuação fonoaudiológica no câncer de cabeça e pescoço. São Paulo: Lovise; 2000.
 103. Madazio G, Leão S, Behlau M. Hoarseness diagram in voice predominatly rough, breathy and strain. In: The Voice Foundation; 2006; Philadelphia. Abstract.
 104. Wolfe V, Cornell R, Palmer C. Acoustic correlates of pathologic voice types. *J Speech Hear Res* 1991; 34:509-16.
 105. Patel R, Dailey S, Bless D. Comparision oh high-speed digital imaging with stroboscopy for laryngeal imaging of glottal disorders. *Ann Oto Rhinol Laryngol* 2008; 117(6): 413-24.
 106. Hammarberg B; Fritzel B; Gauffin J; Sundberg J. Acoustic and perceptual analysis of vocal fold dysfunction. *Journal of Phonetics* 1986; 14:533-47.

ABSTRACT

Purpose: To identify which characteristics discriminates the hoarseness diagram of adult voices that are predominantly adapted, rough, breathy and strained.

Method: 196 adult voice samples of the sustained vowel “ae” were analyzed. They were distributed into two groups, 163 with vocal deviation and 33 with healthy voices. Voice samples were submitted to two types of analyses: acoustic and auditory perceptual. The perceptual analyses focused on the identification of the vocal quality predominance – adapted, rough, breathy and strained and also in the degree of deviation, by using a visual analogue scale and its numeric correspondence. The acoustic analyses was performed by means of the VoxMetria software (CTS Informatica) and consisted of assessing the configuration of vocal sample distribution in the hoarseness diagram according to normality area, density, shape and location in the quadrants, and the extraction of fundamental frequency, jitter, shimmer, correlation and GNE.

Results: There was a significant difference in the position of the voice samples in relation to the normality area of the diagram, meaning that 100% (33) of the adapted voices were located inside this area and 69.3% (113) of the deviated voices were outside it ($p < 0.001$). Adapted voices presented concentrated density (78.8%, 26), which were statistically different from the deviated voices (56.4%, 92) that presented spread density (56.4%, 92). As far as voice type is concerned, all adapted voices were located at the inferior left quadrant, 45% (27) of the rough voices were at the inferior right, 52.6% (30) of the breathy voices were at the superior right and 54.3% (25) of the strained were at the inferior left. Concerning the degree of severity of vocal deviation, 93.8% of the 16 deviated voices evaluated as having a 1 degree of deviation were located at the inferior and superior right quadrants. In the other hand, 80 % (8) of the voice with a severe degree of deviation were located in the superior right quadrant. The inferior left quadrant concentrated the voices evaluated by the visual analogue scale up to 35.5mm (degree 1) and some from 35.5 to 50.5mm (degree 2). Voices with 3 degree of deviation were located in the inferior right

and both superior left and right quadrants. The voices with the worse degree of deviation were located at the superior right quadrant. Jitter and shimmer differed the strained voices from the rough voices ($p < 0.021$ e $p = 0.0032$ respectively) and from the breathy voices ($p = 0.021$ e $p = 0.005$, respectively). The GNE did also differ the strained voices from the rough voices ($p = 0.003$) and from the breathy voices ($p < 0.002$). It also differentiated the rough from the breathy voices ($p < 0.001$). The correlation between F_0 and the other acoustic parameters was not significant and the quality of correlation was very poor: *jitter* ($p = 0.257$; -8.9%), *shimmer* ($p = 0.158$; -11.2%), correlation ($p = 0.285$; 8.4%) and GNE ($p = 0.790$; -2.1%).

Conclusions: The hoarseness diagram differentiated the adapted from the deviated voices. Adapted voices were located in the normality area, and the majority of the deviated voices were outside it. There was not a relationship between type of voice, density and shape of configuration of vocal sample distribution in the diagram. The distribution of voices in the quadrants related to the type and degree of severity of voice deviation. GNE was the only acoustic parameter able to differ from the three types of deviated voices.

Key words: voice disorders, auditory perception, voice quality, speech acoustic

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Rother ET, Braga MER. Como elaborar sua tese: estrutura e referência. 2ª edição, São Paulo, 2005. 122p.