PAULA ROSSI CARNEIRO

**CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DA VOZ EM
DIFERENTES POSTURAS CORPORAIS**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades Bioengenharia - Escola de Engenharia de São Carlos / Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto / Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Bioengenharia.

Área de Concentração: Bioengenharia

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lídia Cristina da Silva Teles

São Carlos
2009

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

C289c Carneiro, Paula Rossi
 Características acústicas da voz em diferentes
posturas corporais / Paula Rossi Carneiro ; orientadora
Lídia Cristina da Silva Teles. -- São Carlos, 2009.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área
de Concentração Interunidades em Bioengenharia) -- Escola
de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos da
Universidade de São Paulo, 2009.

1. Fotogrametria. 2. Postura. 3. Voz. 4. Acústica.
I. Título.

*"Dedico este trabalho aos meus pais:
José Mauro e Ana Maria"*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS:

A Deus, pelo dom da vida e pela inesgotável fonte de amor, de graças e forças!

Aos meus pais, por terem me guiado ao longo da vida para que eu alcançasse sempre os meus sonhos!

AGRADECIMENTOS:

À minha querida amiga e orientadora Prof^a Dr^a Lúcia Cristina da Silva Teles, por toda a dedicação, paciência, confiança e carinho depositados em mim e na realização deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. José Carlos Pereira e Prof. Dr. Carlos Alberto Fornasari, pela dedicação à leitura minuciosa deste trabalho e pela importante contribuição para a finalização do mesmo.

Ao sujeito participante desta pesquisa, pela dedicação e empenho para uma bem sucedida coleta de dados.

Ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia, pela oportunidade concedida para a realização deste trabalho.

À Escola de Engenharia de São Carlos e à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, unidades imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru, pela permissão em utilizar a Clínica de Fonoaudiologia para a coleta e análise de dados desta pesquisa.

Ao Laboratório de Instrumentação e Microeletrônica do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia de São Carlos, pelo espaço concedido e pelos ensinamentos aprendidos neste ambiente que foram um grande auxílio no desenvolvimento deste trabalho.

À secretária da Bioengenharia Janete Ferreira Rodrigues dos Santos, pela atenção e disposição para sempre ajudar.

À Profª Drª Ruth de Gouvêa Duarte, pelos valiosos ensinamentos em suas aulas e pelo incentivo e apoio ao meu trabalho.

Ao serviço de Biblioteca da Escola de Engenharia de São Carlos e da Faculdade de Odontologia de Bauru, pelo auxílio concedido sempre que necessário.

Ao querido Prof. Ms. Reinaldo Monteiro Marques, pela paciência e indispensável ajuda e contribuição para a análise dos dados posturais.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris, pelo grande auxílio na análise estatística dos resultados acústicos.

A querida amiga Maria Eugênia Dajer, pela amizade, incentivo, apoio e ajuda imprescindível no desenvolver desta pesquisa e dos pôsteres apresentados.

A toda minha família e aos meus irmãos, Fernanda, Ricardo e Rogério, por todo o incentivo e fraternidade!

Ao querido Guilherme Machado Porciúncula, pela compreensão e carinho, mesmo nos meus momentos de cansaço e estresse!

A todos os colegas e amigos da Bioengenharia, em especial a querida Marcela Maria Alves da Silva, pela amizade e excelente companhia para os estudos e nas muitas viagens Bauru/ São Carlos.

A todos os meus amigos que torceram pelo meu sucesso e direta ou indiretamente contribuíram para a finalização deste trabalho, em especial: Michelle Nakandakari Tateishi e Olmes Berriel Neto.

Aos meus amigos e companheiros da Clínica Corpore/ Bauru e Clínica A2/ São Carlos, em especial ao Luciano Bufelli, pela compreensão e incentivo ao meu

crescimento pessoal e profissional; e às queridas companheiras de Pilates: Sheila Celestrin, Márcia Goto, Natália Munhoz e Bruna Genovez, pela amizade, pelo companheirismo e ajuda em todos os momentos.

Aos meus alunos (e ex-alunos) de Pilates das Clínicas Corpore/ Bauru e A2/ São Carlos, pela amizade, incentivo e confiança no meu trabalho.

Aos meus alunos e professores companheiros do curso de Fisioterapia da Faculdade Anhanguera de Bauru, pela confiança e estímulo.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, o meu sincero: Muito obrigada!

RESUMO

CARNEIRO, P.R. **Características acústicas da voz em diferentes posturas corporais.** 2009. 99f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia/ EESC/ FMRP/ IQSC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

A influência das alterações posturais na produção da voz é um assunto bastante interessante e de grande importância para aqueles que utilizam a voz profissionalmente. O objetivo do presente estudo é identificar a influência no sinal vocal de um mesmo indivíduo quando este muda sua postura corporal. Foram realizadas as análises de 25 amostras vocais de um indivíduo que emitiu a vogal sustentada /a/ em três diferentes posturas corporais: A) ortostática natural do sujeito; B) anteriorização da cabeça associada com extensão da coluna cervical; e C) aumento da cifose torácica associada com anteriorização de cabeça. O indivíduo foi fotografado simultaneamente ao processo de gravação da voz. As posturas foram avaliadas por fotogrametria pelo programa *Corel Draw 10®*. A voz foi analisada por análise acústica por meio do programa MDVP inserido no *software Multi Speech 3700* da *Kay Elemetric Corporation* e pela avaliação perceptivo-auditiva da voz. O resultado comparativo entre as amostras vocais nas posturas A e B foi significativo, na análise acústica, na variável *jitter* (%); e na avaliação perceptivo-auditiva, as diferenças observadas foram referentes à qualidade vocal, à ressonância e ao *pitch*, que se tornou mais agudo em 56% das amostras. Na comparação das posturas A e C, não houve resultado significativo na análise acústica; e na avaliação perceptivo-auditiva as mudanças percebidas foram referentes à qualidade vocal, à ressonância e ao *pitch*, que se tornou mais agudo em 60% das amostras. Conclusão: as diferenças observadas na comparação das posturas A e B foram: aumento do valor médio de *jitter*; aumento do *pitch*; ressonância se tornou posterior e abafada; e piora na qualidade vocal. As diferenças observadas na comparação das posturas A e C foram: aumento do *pitch*; ressonância se tornou comprimida; e piora na qualidade vocal.

Palavras-chave: fotogrametria, postura, voz, acústica

ABSTRACT

CARNEIRO, P.R. **Voice acoustics characteristics in different corporal postures.** 2009. 99f. Dissertation (Master's Degree) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia/ EESC/ FMRP/ IQSC, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

The influence of the different corporal postures in the voice production is a very interesting subject and it's very important for those who use their voice professionally. The aim of the present investigation is to identify the influence in the voice signal of the same subject whenever he changes his corporal posture. It was made the analysis of 25 vocal samples of one subject who emitted the vocal sustained /a/ in three different corporal postures: A) normal alignment of the subject; B) cervical spine extension associated with forward head position; and C) increased thoracic kyphosis associated with forward head position. The subject was photographed simultaneously of the recording process. The postures were evaluated by photogrammetry by the Corel Draw 10® program. The voice was analyzed by acoustic analysis by the MDVP program inserted in the Multi Speech 3700 software from Kay Elemetric Corporation and by perceptual speech analysis. The comparative result between the voices samples in the postures A and B was significant, to the acoustic analysis, to the variable jitter (%); and to the perceptual speech analysis, the differences observed were related to vocal quality, resonance and pitch, which turned out to be more acute in 56% of the samples. In the comparison of the postures A and C, there wasn't significant result in the acoustic analysis; and to the perceptual speech analysis the changes noticed were related to vocal quality, resonance and pitch, which turned out to be more acute in 60% of the samples. Conclusion: the differences observed on the comparison of the postures A and B were: jitter medium value increased; pitch increased; resonance turned out to be posterior and muffled; and worse voice quality. The differences observed on the comparison of the postures A and C were: pitch increased; resonance turned out to be compressed; and worse voice quality.

KEYWORDS: photogrammetry, posture, voice, acoustics

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 -	Divisões dos segmentos vertebrais em colunas: cervical, torácica, lombar e pélvica	23
FIGURA 2 -	Postura normal com linha de gravidade desenhada passando pelos pontos ideais	26
FIGURA 3 -	Marcadores de pele adesivos em pontos anatômicos previamente selecionados para a realização da biofotometria computadorizada	29
FIGURA 4 -	Janela do programa <i>Corel draw 10</i> com ângulo quantificado a partir de pontos pré-demarcados com adesivos marcadores de pele	29
FIGURA 5 -	Janela do programa <i>Corel draw 10</i> com ângulo quantificado a partir de pontos não demarcados com adesivos marcadores de pele	30
FIGURA 6 -	Localização da laringe na região anterior do pescoço	36
FIGURA 7 -	Esquematização da medida de perturbação <i>jitter</i> - variabilidade da frequência fundamental ciclo a ciclo	42
FIGURA 8 -	Esquematização da medida de perturbação <i>shimmer</i> - variabilidade da amplitude ciclo a ciclo	43
FIGURA 9 -	Postura ortostática natural do sujeito para gravação do sinal de voz	49
FIGURA 10 -	Postura com anteriorização de cabeça e extensão da coluna cervical para gravação do sinal de voz	50
FIGURA 11 -	Postura com aumento da cifose torácica e anteriorização da cabeça para gravação do sinal de voz	50
FIGURA 12 -	Posicionamento do microfone unidirecional a uma distância de 3 centímetros da comissura labial para a gravação do sinal de voz	51
FIGURA 13 -	Microfone de cabeça unidirecional, AKG C444 conectado ao pré-amplificador estéreo da <i>KAY Elemetrics Corporation</i> utilizados nas gravações do sinal de voz.....	51
FIGURA 14 -	Posicionamento da cadeira do indivíduo a 180 centímetros do tripé de sustentação para a câmera fotográfica	52

FIGURA 15 -	Visualização dos pontos marcados na pele para a formação dos ângulos avaliados pela biofotometria	53
FIGURA 16 -	Visualização anatômica do côndilo da mandíbula	53
FIGURA 17 -	Visualização anatômica dos pontos acrômio da escápula e processo xifóide do esterno	54
FIGURA 18 -	Ângulo côndilo-acrômio	55
FIGURA 19 -	Ângulo mento-esternal	55
FIGURA 20 -	Plano de Frankfurt	56
FIGURA 21 -	Ângulo de Frankfurt	56
FIGURA 22 -	Janela do programa MDVP com o gráfico representativo das medidas acústicas do sinal de voz	57
FIGURA 23 -	Janela do programa MDVP com os valores numéricos das medidas acústicas, representadas no gráfico da figura 22, gerados do sinal de voz	58
FIGURA 24 -	Gráfico representativo das variações dos valores dos ângulos mento-esternal, côndilo-acrômio e Frankfurt na postura A, nos 25 dias de coleta de dados	63
FIGURA 25 -	Gráfico representativo das variações dos valores dos ângulos mento-esternal, côndilo-acrômio e Frankfurt na postura B, nos 25 dias de coleta de dados	63
FIGURA 26 -	Gráfico representativo das variações dos valores dos ângulos mento-esternal, côndilo-acrômio e Frankfurt na postura C, nos 25 dias de coleta de dados	64
FIGURA 27 -	Gráfico representativo dos valores médios de frequência fundamental (F0), expressos em Hz, para as posturas A B e C	66
FIGURA 28 -	Gráfico representativo dos valores médios de <i>jitter</i> , expressos em porcentagem(%), para as posturas A, B e C	68
FIGURA 29 -	Gráfico representativo dos valores médios de <i>shimmer</i> , expressos em porcentagem(%), para as posturas A, B e C	71
FIGURA 30 -	Gráfico representativo dos valores médios da razão harmônico-ruído para as posturas A, B e C	73

FIGURA 31 - Gráfico representativo da avaliação perceptivo-auditiva das vozes na postura B em relação à postura A. O eixo vertical representa as variações encontradas nas variáveis: estabilidade: 1 - pior, 2 - igual, 3 – melhor; qualidade vocal: 4 - pior, 5 - igual, 6 - melhor; pitch: 7 - grave, 8 - igual, 9 - agudo; ressonância: 10 – pior, 11 - igual, 12 – melhor 75

FIGURA 32 - Gráfico representativo da avaliação perceptivo-auditiva das vozes na postura C em relação à postura A. O eixo vertical representa as variações encontradas nas variáveis: estabilidade: 1 - pior, 2 - igual, 3 – melhor; qualidade vocal: 4 - pior, 5 - igual, 6 - melhor; pitch: 7 - grave, 8 - igual, 9 - agudo; ressonância: 10 – pior, 11 - igual, 12 – melhor 77

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Valores obtidos, em graus, por meio da fotogrametria computadorizada, para os ângulos: 1 (côndilo-acrômio), 2 (mento- esternal) e 3 (Frankfurt) nas três posturas estudadas: A (posição ortostática), B (anteriorização da cabeça com extensão da coluna cervical) e C (aumento da cifose torácica com anteriorização da cabeça), seguidos dos valores médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN) cada ângulo	62
TABELA 2 -	Valores de frequência fundamental das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), expressos em hertz, obtidos nas três posturas avaliadas	65
TABELA 3 -	Valores de <i>jitter</i> das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), expressos em porcentagem, obtidos nas três posturas avaliadas	67
TABELA 4 -	Valores dos resultados dos testes estatísticos Anova e Tukey para <i>Jitter</i>	68
TABELA 5 -	Valores de <i>shimmer</i> , das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), expressos em porcentagem, obtidos nas três posturas avaliadas	70
TABELA 6 -	Valores da proporção harmônico ruído (NHR), das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), obtidos nas três posturas avaliadas	72
TABELA 7 -	Resultados da avaliação perceptivo-auditiva na comparação da amostra vocal na postura A com a amostra vocal na postura B	74
TABELA 8 -	Resultados da avaliação perceptivo-auditiva na comparação da amostra vocal na postura A com a amostra vocal na postura C	76

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVO	20
3 REVISÃO DA LITERATURA	22
3.1 Postura	23
3.2 Avaliação postural	27
3.2.1 Avaliação por Biofotometria	28
3.3 Relação entre postura e voz	32
3.4 Voz	35
3.4.1 Anatomia e Fisiologia da voz	35
3.4.2 Avaliação da voz	39
3.4.2.1 Avaliação perceptivo-auditiva da voz	39
3.4.2.2 Análise acústica computadorizada da voz	40
3.4.3 Profissional da voz	45
4 MATERIAL E MÉTODO.....	47
4.1 Considerações éticas	48
4.2 Casuística	48
4.3 Procedimentos	49
4.3.1 Registro dos dados	49
4.3.2 Análise dos dados	54
4.3.2.1 Biofotometria	54
4.3.2.2 Avaliação acústica	56
4.3.2.3 Avaliação perceptivo-auditiva	58
4.4 Tratamento estatístico	59
5 RESULTADOS	60
5.1 Biofotometria	61
5.2 Análise acústica	64
5.2.1 Frequência fundamental	64
5.2.2 <i>Jitter</i>	66
5.2.3 <i>Shimmer</i>	69

5.2.4 Proporção harmônico-ruído	71
5.3 Avaliação perceptivo-auditiva	73
5.3.1 Comparação da postura A com postura B	73
5.3.2 Comparação da postura A com postura C	75
6 DISCUSSÃO	78
7 CONCLUSÃO	85
REFERÊNCIAS	87
ANEXOS	95

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

A importância da postura corporal ereta foi demonstrada desde os primórdios com a Teoria da Evolução das Espécies descrita pela primeira vez por Charles Darwin em 1881. Esta teoria afirmou ser o chimpanzé o parente mais próximo dos humanos. Entre as mudanças sofridas pelos macacos no processo de evolução destacam-se a mudança da postura inclinada para a postura ereta e as mudanças respiratórias, as quais permitiram a articulação da fala. Anos mais tarde, os cientistas comprovaram a teoria de Darwin, ao descobrirem que 94,4% do DNA dos seres humanos é idêntico ao dos chimpanzés. Os 5,6% restantes são referentes às tais características mutantes.

Nas últimas décadas, o *Homo sapiens sapiens* tem valorizado bastante sua parte física, notadamente sua postura, fato que propiciou sensível melhoria na qualidade de vida. Uma boa postura corporal favorece o bom funcionamento da biomecânica do corpo e permite que os sistemas esquelético-muscular, respiratório, circulatório, cardíaco e digestivo exerçam adequadamente suas funções. Este processo acaba por favorecer, particularmente, o funcionamento adequado do sistema estomatognático – sistema que engloba as estruturas responsáveis pela fonação, mastigação, respiração e deglutição.

No processo de fonação, diversos fatores intrínsecos e extrínsecos – internos e externos aos indivíduos – podem causar alterações. Como exemplo de aspectos extrínsecos podemos citar condições de temperatura e umidade do ar, poluição, ruídos do ambiente que exigem aumento do volume da voz, entre outros. Sobre os aspectos intrínsecos podemos enumerar diversos fatores tais como: idade, debilidades do sistema respiratório, alterações anatômicas no trato vocal – laringe, faringe, cavidades oral e nasal, alterações na postura, entre outros.

O desenvolvimento deste trabalho surgiu da necessidade de alertar sobre a importância da manutenção de adequada postura corporal, uma vez que ela pode interferir no processo de produção da voz. De modo especial, para os indivíduos que fazem uso da voz como instrumento de trabalho para que a produção vocal ocorra de forma mais eficiente e com menor gasto energético. As posturas aqui estudadas são típicas de profissionais da voz como cantores e locutores.

Para se conferir resultados mais fidedignos a respeito da correlação postura e voz seria necessário que alguns parâmetros não variassem. A fim de minimizar as fontes de variação de parâmetros do objeto de estudo, utilizou-se somente um indivíduo no desenvolvimento da presente investigação.

2 Objetivo

2 OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é identificar a influência no sinal vocal de um mesmo indivíduo quando este muda sua postura corporal.

3 Revisão da literatura

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Postura

Postura é um termo geral definido como posição, atitude ou disposição relativa das partes do corpo para uma atividade específica. É uma maneira característica de sustentar o próprio corpo. Uma boa postura pode ser caracterizada por um estado de equilíbrio de forças que mantém as estruturas corporais e a coluna vertebral em uma posição adequada. Isso distribui o esforço das atividades diárias e favorece uma menor sobrecarga nos músculos e articulações (SMITH; WEISS; LEHMKUHL, 1997).

A coluna vertebral proporciona controle postural ao torso e crânio e protege toda a medula espinhal. Ela apresenta curvaturas no plano frontal e é formada por 33 segmentos vertebrais divididos em quatro partes distintas: cervical, torácica, lombar e sacrococcígea ou pélvica (FIGURA 1). A seqüência destas curvaturas é essencial para que a coluna possa suportar compressão no sentido longitudinal sem prejudicar a postura ereta. O exagero nestas curvaturas é uma condição patológica e na curvatura torácica é denominada hipercifose enquanto que na cervical e lombar é denominada hiperlordose (DÂNGELO; FATTINI, 1998; RYAN; STARKEY, 2001).

Figura 1 - Divisões dos segmentos vertebrais em colunas: cervical, torácica, lombar e pélvica. Fonte: www.totalesporte.com.br/Image/coluna_vertebral.png Acesso em: 28/06/2008.

A coluna cervical é constituída de sete vértebras. A primeira e a segunda são consideradas atípicas por sua anatomia e denominadas atlas e áxis, respectivamente. O pescoço é um segmento de transição entre a cabeça e o tórax e por ele passam vasos, nervos, vísceras ocas como esôfago cervical, parte da faringe, traqueia cervical e laringe, e glândulas endócrinas como tireoide e paratireoide (DÂNGELO; FATTINI, 1998).

Para mover a cabeça os músculos do pescoço se fixam por uma das extremidades no crânio, enquanto a outra extremidade se insere em vértebras, costelas, clavícula ou esterno. Na posição ereta, a cabeça equilibra-se sobre a coluna cervical por seu peso sobre a articulação atlanto-occipital e devido à ação coordenada de músculos de diversas direções que chegam à base do crânio (DÂNGELO; FATTINI, 1998). Para manter a posição ortostática são necessários músculos cervicais bem desenvolvidos como o elevador da escápula – músculo posterior – e especialmente o esternocleidooccipitomastoideo – músculo ânteroposterior do pescoço – que mantêm o peso da cabeça contra a gravidade. Os grandes músculos posteriores são contrabalançados por músculos pequenos localizados anteriormente, os infra-hioideos e supra-hioideos (GOMES, 1999).

Ao agir bilateralmente os músculos esternocleidooccipitomastoideos fletem a cabeça sobre o tórax e quando só um deles se contrai a cabeça é fletida lateralmente para o lado do músculo que age e a face é rodada para o lado oposto. Outros músculos importantes que agem na cabeça e pescoço são divididos em quatro grupos: mm. prévertebrais, mm. paravertebrais, mm. suboccipitais e mm. pósvertebrais (DÂNGELO; FATTINI, 1998; PUTZ; PABST, 1993; ZORZETTO, 1993).

Fazem parte do grupo dos músculos prévertebrais, ou grupo anterior do pescoço, os músculos longo da cabeça, longo do pescoço, reto anterior da cabeça e reto lateral da cabeça. O m. longo do pescoço flexiona a porção cervical da coluna cervical enquanto que os outros flexionam a cabeça. Os músculos escaleno anterior, escaleno médio e escaleno posterior são elementos do grupo lateral do pescoço, também conhecidos como mm. paravertebrais, e têm como função flexionar lateralmente a coluna cervical e, indiretamente, a cabeça, para o lado em que estão situados. Os músculos suboccipitais – m. reto posterior maior da cabeça, m. reto posterior menor da cabeça, m. oblíquo superior e m. oblíquo inferior – fazem a extensão da cabeça e funcionam principalmente como músculos posturais (DÂNGELO; FATTINI, 1998; PUTZ; PABST, 1993; ZORZETTO, 1993).

O grupo dos músculos pósvertebrais é extenso e estes são divididos em profundos, intermédios e superficiais. Os profundos são músculos pouco estudados e os movimentos realizados por eles são de pequena amplitude e estão mais envolvidos com o alinhamento das vértebras adjacentes. Os intermédios têm ação discutível e sugere-se que tenham ação extensora da cabeça, entre eles podemos citar os músculos semiespinhal do pescoço e semiespinhal da cabeça. Entre os músculos pósvertebrais superficiais, grande destaque deve ser dado aos músculos longuíssimo do pescoço, longuíssimo da cabeça, esplênio do pescoço e esplênio da cabeça, músculos relacionados com a extensão da cabeça e pescoço (DÂNGELO; FATTINI, 1998; PUTZ; PABST, 1993; ZORZETTO, 1993).

Schneider, Dennehy e Saxon (1997) descreveram que a postura ideal, normal e ereta, é aquela em que uma linha de gravidade pode ser desenhada em um ponto médio no corpo pelos seguintes pontos: i) ouvido externo, ii) um ponto imediatamente anterior à articulação do ombro, iii) um ponto imediatamente posterior à articulação do quadril, ii) um ponto imediatamente anterior ao centro da articulação do joelho e iii) um ponto imediatamente anterior à articulação do tornozelo. Observe na Figura 2 que essa linha passa anterior à coluna vertebral quando o indivíduo está na postura normal. É o equilíbrio da atividade muscular que mantém ou realinha o corpo para essa posição e produz estabilidade.

Figura 2 - Postura normal com linha de gravidade desenhada passando pelos pontos ideais. Fonte: Arboleda e Frederick, 2008.

A postura apresenta uma biomecânica complexa e possibilita a integração funcional dos segmentos corporais. Alterações em uma unidade biomecânica acarretam em mudanças no sistema de controle da postura e alterações das estruturas corporais próximas ou distantes, o que, conseqüentemente, gera compensações (FERREIRA, 2005).

Quando a postura é adequada, as articulações que suportam o peso estão em alinhamento e o mínimo de ação muscular é necessário para manter a postura ereta. Uma postura equilibrada protege as estruturas corporais contra lesões e deformidades. O mau alinhamento corporal altera a distribuição de carga e a distribuição de pressão nas superfícies articulares. Isto contribui para a degeneração articular e tensões musculares inadequadas, o que conseqüentemente leva a perturbações nas funções dos diversos sistemas do organismo, incluindo o sistema estomatognático – sistema que engloba a fonação, a mastigação, a respiração e a deglutição. As alterações das funções e do posicionamento das estruturas deste sistema acarretam em mudanças nas curvaturas da coluna vertebral (FERREIRA, 2005; IUNES et al., 2005; MANCINI, 2007;).

3.2 Avaliação Postural

A avaliação postural é muito importante para o correto diagnóstico, planejamento e acompanhamento da evolução e dos resultados de um tratamento fisioterápico. Por ser de natureza complexa e de difícil mensuração, a avaliação postural necessita de métodos fidedignos e confiáveis que quantifique variáveis para auxiliar na avaliação e contribuam para o desenvolvimento da fisioterapia baseada em evidências (FERREIRA, 2005; IUNES, 2007; RICIERI, 2000; SACCO et al., 2007).

Diversos métodos de avaliação postural são conhecidos, dentre eles podemos citar:

- Avaliação *in loco*: avaliação subjetiva realizada pela observação do paciente pelo examinador. Este método pode ser realizado com o auxílio do posturógrafo com fio de prumo (FERRONATO; CANDOTTI; SILVEIRA, 1998);
- Posturografia: avaliação da oscilação do corpo. Pode ser estática, quando a postura ereta quieta do sujeito é estudada, ou dinâmica, quando a resposta a uma perturbação aplicada ao sujeito é estudada (FREITAS; DUARTE, 2008);
- Avaliação por exames radiológicos: utilização do raio-X para avaliar o posicionamento da coluna vertebral (LIMA et al., 2005);
- Goniometria: método para avaliação da amplitude de movimento que utiliza um instrumento chamado goniômetro para a mensuração de ângulos articulares (SACCO et al., 2007);
- Biofotometria computadorizada: imagens fotográficas analisadas por *software* (IUNES et al., 2005).

Na forma de exame clínico, a avaliação postural pode ser realizada por meio de radiografias para avaliar a posição da cabeça e coluna cervical e; por meio de fotografias de forma qualitativa ou quantitativa. A avaliação postural qualitativa – avaliação visual das posturas, em fotografias ou não, realizada por um profissional – é a mais empregada na prática clínica e já foi bastante utilizada em pesquisas científicas. Ultimamente, tem-se utilizado muito os métodos quantitativos de mensuração das alterações posturais, de forma que os desvios possam ser numericamente quantificados e conseqüentemente apresentar resultados mais confiáveis. São exemplos de métodos quantitativos a biofotometria e a radiografia.

Estes instrumentos são vistos ultimamente como a forma mais objetiva de avaliar o paciente (FERREIRA, 2005).

A disponibilidade de dados quantitativos possibilita a construção de bancos de dados a respeito das condições funcionais e patológicas de um paciente, além de demonstrar objetivamente os resultados de um tratamento ou de pesquisas científicas (VIEIRA, 2002).

3.2.1 Avaliação por Biofotometria

Nas pesquisas científicas onde se necessita o uso de fotografias, a finalidade não é o resultado artístico, com técnicas sofisticadas de laboratório ou produção e iluminação de estúdio. A fotografia como documentação de imagens nos estudos científicos tem o objetivo de tornar os resultados passíveis de mensuração e conseqüentemente fazer com que a análise ocorra de forma objetiva e precisa. Ela representa um importante instrumento de documentação e para ser usada como tal deve ser real e extremamente nítida. (HOCHMAN; NAHAS; FERREIRA, 2005).

Muitos fisioterapeutas utilizam imagens como recurso para avaliar com precisão o movimento. As imagens podem ser analisadas isoladamente, em fotogramas ou frames, análise esta conhecida como biofotometria computadorizada, que também pode ser descrita como fotogrametria ou biofotogrametria (RICIERI, 2007).

O termo fotogrametria, formado por três palavras gregas: foto (luz), grama (descrição) e metria (medida), denotadamente significa medição das distâncias e das dimensões reais dos objetos por meio da fotografia. Cientificamente, expressa a aplicação da fotografia à métrica, na qual se deduz a dimensão dos objetos contidos em uma imagem de natureza fotográfica ou cinematográfica. Um dos princípios mais importantes da biofotometria é a observação. A partir da observação se faz as interpretações fotográficas, conhecidas como fotointerpretação (RICIERI, 2007).

A biofotometria computadorizada desenvolveu-se pela aplicação dos princípios fotogramétricos às imagens fotográficas obtidas em movimentos corporais. A essas imagens foram aplicadas bases de fotointerpretação, que geraram uma

nova ferramenta de estudo de cinemática, isto é, estudo do movimento. Assim, esta técnica é um recurso que pode ser utilizado na avaliação, para diagnóstico físico funcional pelos fisioterapeutas, em diferentes áreas. (BARAÚNA, 2006).

A biofotometria utiliza marcadores sobre a pele como referência para calcular ângulos entre segmentos ou regiões. Os marcadores – adesivos circulares de um centímetro de diâmetro – são posicionados sobre pontos anatômicos do corpo previamente selecionados (FIGURA 3). A partir dos pontos demarcados são determinados valores em graus para os ângulos formados pelos segmentos corporais (FIGURA 4). A localização de determinados pontos na pele, se bem identificados, dispensa os marcadores de pele e também pode quantificar ângulos (FIGURA 5), quando a postura for estática e as condições do ambiente forem adequadas (MARQUES, 2003).

Figura 3 - Marcadores de pele adesivos em pontos anatômicos previamente selecionados para a realização da biofotometria computadorizada. Fonte: Marques, 2003.

Figura 4 - Janela do programa *Corel draw 10* com ângulo quantificado a partir de pontos pré-demarcados com adesivos marcadores de pele. Fonte: Marques, 2003.

Figura 5 - Janela do programa *Corel draw 10* com ângulo quantificado a partir de pontos não demarcados com adesivos marcadores de pele. Fonte: Marques, 2003.

Este método de avaliação é de grande valor na abordagem clínica: por ter preço mais acessível que, por exemplo, as radiografias; por não ser invasivo e por possuir menor complexidade técnica, pois apresenta fácil realização e reprodução. É um recurso acessível à maioria dos fisioterapeutas que já utilizam a fotografia como método de avaliação qualitativa, e possuem equipamentos básicos como uma câmera digital e um computador (IUNES et al., 2005).

A mensuração externa dos ângulos vertebrais pela biofotometria fornece boas indicações da orientação das vértebras e, portanto, pode ser utilizada para avaliar a postura da coluna vertebral (MARQUES, 2003).

A utilização desta técnica requer muita atenção para padronizar as fotos e evitar distorções. Iunes (2007) enumerou alguns fatores aos quais atenção deve ser dada: posicionar o indivíduo simetricamente para evitar que um lado aparente ser maior que o outro; utilizar sempre a mesma câmera fotográfica; não utilizar *zoom* ou lentes de aumento que transformam a imagem; usar tripé de sustentação para manter a câmera paralela ao indivíduo; posicionar a câmera na horizontal e direcionada de frente ao centro do corpo do indivíduo; utilizar marcas no chão para posicionar a câmera sempre na mesma distância do indivíduo; manter o ambiente livre de interferências luminosas e ruídos que possam desconcentrar o sujeito e/ ou o examinador; e ter um ambiente com fundo não reflexivo.

A biofotometria tem sido utilizada como instrumento de avaliação por diferentes pesquisadores que referiram o método como sendo de fácil aplicação e grande fidedignidade. Tais pesquisadores constataram a viabilidade e eficácia do método quando este é aplicado com os devidos cuidados e a marcação dos pontos anatômicos for realizada corretamente. Dentre estes estudos podemos citar Marques

(2003) que comparou o método da biofotometria com a radiografia para a avaliação da cabeça e pescoço.

Lima et al. (2004) verificaram alterações posturais em crianças respiradoras bucais comparando-as com crianças respiradoras nasais.

Ferreira (2005) identificou valores quantitativos para as variáveis de análise postural para os segmentos da cabeça, membros superiores, membros inferiores e tronco.

Baraúna et al. (2006) identificaram o equilíbrio estático de indivíduos amputados transfemorais – com amputação entre o quadril e joelho, e transtibiais – com amputação entre o joelho e o tornozelo, comparando-os a indivíduos não amputados.

Alguns autores desenvolveram pesquisas com o objetivo de avaliar o método da biofotometria computadorizada. O objetivo do estudo de Lunes et al. (2005) foi propor uma avaliação quantitativa, por meio da biofotometria, das assimetrias posturais e verificar a confiabilidade intra e interexaminadores e a repetibilidade deste método de avaliação. Os autores estudaram dezenove ângulos corporais por meio programa ALCimagem-2000 Manipulando Imagens, versão 1,5. A análise da confiabilidade intraexaminador foi efetuada por um único examinador em duas ocasiões intervaladas por um mês, o qual utilizou uma mesma foto. A análise da confiabilidade interexaminador foi realizada com uma só medida da mesma foto realizada por um terceiro examinador. A repetibilidade do método foi analisada pelas medidas angulares tomadas por um examinador que utilizou duas fotos diferentes do mesmo sujeito, realizadas com um intervalo de uma semana. De acordo com os resultados obtidos, os autores concluíram que a biofotometria apresentou confiabilidade aceitável inter e intraexaminador. No entanto, sua repetibilidade é baixa, o que sugere que o método é pouco indicado para o acompanhamento de mudanças posturais.

Sacco et al. (2007) verificaram a confiabilidade paralela da biofotometria computadorizada em relação à goniometria para quatro ângulos nos membros inferiores. A biofotometria foi confiável para os ângulos avaliados exceto para um deles que teve pontos anatômicos de referência distantes entre si e envolveu três complexos articulares: pelve, quadril e joelho. Foram utilizados dois softwares para a realização da biofotometria: o *Corel Draw* v.12 e o *SAPo* v.0.63. As medidas da biofotometria, independente do software utilizado, foram semelhantes.

Braz, Goes e Carvalho (2008) observaram a confiabilidade inter e intra-avaliador e a validade das medidas angulares obtidas por meio da biofotometria utilizando o software SAPO v.0.68. Os resultados encontrados demonstraram que na confiabilidade intra-avaliador não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes. Na confiabilidade interavaliador não houve diferença significativa. Na investigação da validade, foi observada uma forte consistência na comparação entre os métodos da biofotometria e goniometria. O estudo concluiu que a biofotometria mostrou-se confiável e válida para mensurar valores angulares nos segmentos corporais.

3.3 Relação entre Postura e Voz

A literatura, embora escassa, tem demonstrado haver considerável evidência da importância de uma postura adequada para um bom desempenho vocal. Na maioria das publicações os aspectos voz e postura são considerados de maneira isolada. Existem poucos artigos que mostram a correlação sistemática entre postura e voz, através de métodos objetivos de avaliação, tanto no que diz respeito à postura como em relação à voz (COLLINS, 2004; NELLI, 2006; SCHNEIDER; DENNEHY; SAXON, 1997).

A boa postura é muito importante para a imposição vocal. Sua alteração influencia diretamente a projeção da voz. O som deve projetar-se em um tubo reto, sem bloqueio no trato vocal. O ideal, durante o processo de produção vocal, é manter o tronco ereto e a cabeça com o queixo levemente abaixado, promovendo a livre movimentação da laringe, e os ombros relaxados. A postura, particularmente a da coluna cervical, está diretamente relacionada à ressonância vocal e controle de *pitch* – tom (ARBOLEDA; FREDERICK, 2008; KYRILLOS; COTES; FEIJÓ, 2003).

A comunicação oral é complexa e cuidados básicos, como a manutenção de uma postura ideal, podem fazer grande diferença no resultado final da produção vocal. Os profissionais que necessitam ser bons comunicadores frequentemente utilizam a voz sem orientações ou treinamentos quanto à postura adequada (KYRILLOS; COTES; FEIJÓ, 2003).

A tensão da voz correlaciona-se com o aumento da tensão perilaringeal durante a fonação causada por inapropriada ação muscular. Isto geralmente é acompanhado de uma postura característica com anteriorização da cabeça e tensão nos músculos do pescoço. Estas posturas podem por si só causar disfunção das pregas vocais, o que leva à disfonia e talvez à casos que requerem cirurgia da laringe (GRINI; OUAKNINE; GIOVANNI, 1998).

A preocupação com a correlação entre postura e voz pode ser observada em estudos de três décadas atrás. Em 1972, Jones desenvolveu um trabalho com uma estudante de música que realizou duas gravações da mesma canção em diferentes posições da cabeça e pescoço. Na primeira gravação ela permaneceu em sua forma habitual; na segunda, ela repetiu a canção enquanto o experimentador alterou o equilíbrio da sua cabeça ao fixá-la em uma posição de diminuição da distância entre o osso occipital e a sétima vértebra cervical. O objetivo do estudo foi demonstrar que o sujeito ao reconhecer o reflexo do equilíbrio da cabeça, ele inibe o aumento na tensão dos músculos do pescoço. O autor explica que quando o sujeito é capaz de tal inibição durante a fala ou canto, ele pode exercitar um controle indireto que facilita a produção da voz. A estudante de música relatou que cantou mais facilmente, com maior ressonância e com melhor controle da respiração sob a condição experimental. Outros músicos que ouviram a fita confirmaram a diferença na qualidade do seu canto. O autor concluiu que este método de mudança na produção da voz pela facilitação do reflexo postural obteve sucesso na fala e no canto.

Koojiman et al. (2005) investigaram a relação entre o grau de hipertonicidade da musculatura extrínseca e desvios na postura corporal; e a qualidade e incapacidade vocal em professores com reclamações vocais persistentes e abstenção laboral relacionada a problemas vocais. O estudo foi realizado com 25 professoras. Um fonoaudiólogo avaliou nas professoras a posição da tireóide e do osso hioideo e a tensão muscular intrínseca da laringe – músculos: tireo-hioideo, geno-hioideo, cricotireoideo. Um fisioterapeuta avaliou a postura corporal – posição anterior da cabeça, suporte anterior ou posterior da cabeça – e a tensão dos músculos trapézio e esternocleidomastoideo das professoras. Foi criado um índice da relação tensão muscular/ postura. Os resultados deste estudo demonstraram que quanto maior o valor do índice, maior a incapacidade vocal e pior é a qualidade da voz. Específicas combinações de hipertonicidade muscular e

problemas posturais aumentam o índice. Os autores concluíram que os resultados são um indicativo da importância da avaliação da tensão muscular e da postura corporal no diagnóstico de disfunções vocais.

O objetivo do trabalho de Nelli (2006) foi analisar a postura corporal em pacientes disfônicos e comparar seus resultados com o de indivíduos sem alterações de voz. Para a eletromiografia de superfície foi utilizado o eletromiógrafo Nicoletti com o programa *Compass Meridian II*. Foram avaliados 43 indivíduos – 23 disfônicos e 20 sem alteração vocal. Nesta população foram avaliados: postura corporal *in loco*; avaliação postural fotográfica; exame eletromiografia de superfície para o músculo esternocleidomastoideo e músculos da região supra-hioidea e infra-hioidea; e questionário das algias da coluna. Os resultados obtidos demonstraram que não houve diferença estatisticamente significativa em relação à queixa, porém foi encontrado um número maior de tensão muscular e dor na região cervical nos portadores de disфонia. Houve diferenças na avaliação postural e nos resultados eletromiográficos. A autora concluiu que o estudo mostrou a existência da correlação positiva entre indivíduos portadores de disфонia e alteração na postura, baseado nas diferenças dos achados clínicos e medidas eletromiográficas.

Bruno et al. (2007) estudaram o padrão postural durante a produção da voz em indivíduos saudáveis e os compararam com pacientes que apresentavam disfunções vocais, antes e depois de tratamento vocal, por meio da posturografia estática. O estudo foi realizado com 10 voluntários saudáveis e 15 pacientes afetados por disfunção vocal e que nunca foram tratados com treino vocal. A posturografia estática foi realizada utilizando-se uma plataforma para posturografia estática computadorizada normalizada (*S.Ve.P. Amplaid*). Os pacientes emitiram a vogal /e/ em alta intensidade por 20 segundos na posição ereta com olhos abertos e depois fechados. Os pacientes foram testados antes e depois de um período de treino vocal. Os valores da posturografia no grupo controle e nos pacientes antes do tratamento vocal se mostraram dentro do padrão de normalidade. O balanço corporal diminuiu significativamente durante a produção vocal em pacientes depois do treinamento vocal. Os resultados demonstraram que todos os pacientes apresentaram melhora na qualidade vocal depois do tratamento. Os autores concluem que os resultados do estudo sugerem que em pacientes afetados por disfunções vocais, o tratamento reabilitativo pode melhorar a propriocepção corporal

e esta melhora pode ser útil para avaliar apropriadamente o desenvolver do tratamento.

Arboleda e Frederick (2008) publicaram um artigo de revisão bibliográfica com o objetivo de fornecer informações que ajudem os fonoaudiólogos a formular recomendações apropriadas para a melhora no alinhamento postural com o objetivo de otimizar a função vocal. Os autores descreveram as principais alterações posturais e sugeriram algumas seqüências de exercícios de alongamento e fortalecimento muscular para restaurar o equilíbrio muscular o que favorece a melhora no alinhamento postural. Os autores concluíram que o conhecimento sobre a relação entre a biomecânica corporal e a voz está em crescimento e é importante que os fonoaudiólogos estudem sobre a biomecânica muscular. Este conhecimento permitirá que fonoaudiólogos saibam direcionar exercícios para a melhora na postura.

3.4 Voz

A voz, foco de estudo da Fonoaudiologia, é um produto resultante da interferência de múltiplos fatores, que interagem de forma única em cada indivíduo, produzindo um resultado específico identificando cada qual. A fonação é uma função neurofisiológica inata, mas a voz se transforma ao longo da vida de acordo com as características anatomofuncionais do indivíduo e com os aspectos emocionais de sua história pessoal (BEHLAU, 2001; KYRILLOS, 2005).

3.4.1 Anatomia e Fisiologia da Voz

Do ponto de vista físico, a voz é o som produzido pela vibração das pregas vocais, durante uma expiração, modificado pelas cavidades situadas abaixo e acima dela, ditas cavidades de ressonância. O sistema respiratório funciona como uma bomba, produzindo fluxo e pressão de ar para excitar o mecanismo vibratório das pregas vocais (BEHLAU, 2001).

A produção vocal voluntária exige o desenvolvimento de uma série de vias que conectam a musculatura laríngea às áreas cerebrais correspondentes. Tal atividade complexa depende da interação dos diversos níveis do sistema nervoso central e do periférico, além da ação programada e coordenada dos receptores sensoriais (BEHLAU, 2001).

A laringe é a principal estrutura anatômica no processo de produção vocal. Ela se situa na extremidade superior da traqueia e inferior ao osso hioideo, na região anterior do pescoço (FIGURA 6). É uma estrutura musculocartilaginosa e sua armação estrutural consiste de cartilagens, membranas e ligamentos. As cartilagens da laringe são compostas por material hialino e elástico, sendo três delas ímpares e grandes: tireoide, cricoide – hialinas – e epiglótica – elástica; e três pares e menores: aritenoides – hialinas – corniculadas e cuneiformes – elásticas (BEHLAU, 2001; DAJER, 2006).

Figura 6 - Localização da laringe na região anterior do pescoço. Fonte: www.ocantodocanto.blogspot.com Acesso em: 22/05/2008.

Os músculos da laringe são classificados como extrínsecos quando se inserem na laringe e em estruturas externas, ou intrínsecos quando apresentam origem e inserção na laringe (DAJER, 2006).

Os extrínsecos se dividem em dois grupos: músculos supra-hioideos e infra-hioideos. Neste primeiro grupo incluem-se os músculos digástrico, estilo-

hioideo, milo-hioideo e geno-hioideo, os quais elevam o osso hioideo e com ele a laringe. Do segundo grupo fazem parte os músculos esterno-hioideo, omo-hioideo, esternotireoideo e tireo-hioideo, que têm como função abaixar a laringe, o osso hioideo e o assoalho da boca (DÂNGELO; FATTINI, 1998).

Sete são os músculos intrínsecos da laringe: cricotireoideo, cricoaritenóideo lateral, cricoaritenóideo posterior, tireoaritenóideo, vocal, aritenóideo transversal e aritenóideo oblíquo. As funções principais destes músculos são: tensionar ou relaxar o ligamento vocal para aumentar ou encurtar a distância entre as cartilagens aritenóides e tireoide; aduzir ou abduzir os ligamentos vocais para aumentar ou reduzir a rima da glote; e ocluir o ádito da laringe para fechar a entrada da laringe (DÂNGELO; FATTINI, 1998).

A ação dos músculos supra-hioideos e infra-hioideos mantém o osso hioideo, propiciando uma base firme para os movimentos da língua e representam uma das forças de equilíbrio muscular entre a cabeça e o pescoço ao promoverem uma tensão para a manutenção da postura ortostática da cabeça (ANDRADE, 2003; GOMES, 1999).

Uma das funções biológicas da laringe é a proteção das vias aéreas. Esta proteção pode acontecer de duas formas: por meio da tosse e pigarro que eliminam o muco ou outro material que tenha iniciado tais reflexos; e por meio da deglutição ao fechar a glote e impedir a entrada de alimentos nas vias aéreas. Outra função biológica é durante a respiração. A glote se abre uma fração de segundo antes da passagem do ar; e se fecha imediatamente após a passagem do ar, o que impede o escape total de ar dos pulmões. A principal função não biológica da laringe é produzir som. A laringe é muito bem equipada para a produção do som. O principal equipamento para a realização desta função são as pregas vocais – faixas longas, lisas e arredondadas de tecido muscular (DAJER, 2006)

Na laringe, se produz uma corrente de ar vibrante devido à rápida abertura e fechamento das pregas vocais nela situadas. A geração dos pulsos de ar se inicia com a adução das pregas vocais, restringindo o fluxo de ar que sai dos pulmões. Simultaneamente as forças expiratórias produzem uma quantidade crescente de pressão de ar abaixo das pregas e quando a força se torna suficiente, o ar empurra-as longe uma da outra. Conseqüentemente há diminuição imediata da pressão abaixo das pregas vocais. A redução da pressão do ar e a elasticidade do tecido permitem que elas voltem novamente à posição aduzida. Esta é a descrição

de um ciclo de vibração das pregas vocais que ocorre, durante a emissão vocal, em frequências diferentes para homens, mulheres e crianças. Este movimento das pregas vocais faz com que se interrompa periodicamente a corrente de ar produzindo um som vocal no interior das cavidades faríngea, oral e nasal (ZEMPLIN, 2000).

A fonação depende das estruturas do aparelho respiratório e digestivo agindo em conjunto e, a qualidade dos sons da fala é determinada pela configuração das propriedades acústicas do trato vocal. A laringe, a supraglote, os lábios, o palato, a faringe, a cavidade nasal e os seios paranasais modelam o som produzido a partir das vibrações das pregas vocais, agindo como ressoadores. As modificações das propriedades acústicas dessas cavidades, coletivamente denominadas trato vocal, transformam o som glótico indiferenciado em sons de fala com significado. Alterações na configuração dessas estruturas produzem mudanças substanciais na qualidade vocal (NUÑES, 2006; ZEMPLIN, 2000).

A laringe deve estar livre para realizar os movimentos de elevação ou abaixamento. Estes movimentos estão relacionados com os movimentos da língua, da mandíbula e do osso hioideo e das modificações no volume das cavidades de ressonância. Em condições normais o osso hioide pode mover-se livremente para cima e para baixo, o que conjuntamente eleva e abaixa a laringe. O movimento de elevação da laringe diminui a extensão do trato vocal e favorece a emissão de sons agudos. O abaixamento da laringe amplia a extensão do trato vocal favorecendo a emissão de sons graves (BRANCO, 2005; GOMES, 1999).

O resultado final do processo de produção vocal é moldado pela influência de características físicas desse percurso e por fatores funcionais, como estresse e, também, por fatores emocionais. Isso implica inúmeras possibilidades de resultado vocal. Embora a voz de cada pessoa apresente características individuais, ajustes podem ser feitos no trato vocal resultando em mudanças na qualidade vocal (FERREIRA; SILVA, 2002; KYRILLOS; COTES; FEIJÓ, 2003).

3.4.2 Avaliação da Voz

A voz pode ser avaliada por profissionais especializados por meio da análise perceptivo-auditiva, no entanto, como esta envolve desde aspectos sócioeconômicos e culturais e até mesmo preferências individuais, esta avaliação deve ser complementada por uma avaliação computadorizada da voz (MASTER et al., 2006).

Para obter-se a caracterização objetiva da função vocal é necessária a combinação de medidas acústica, aerodinâmica, estroboscópica e eletrofisiológica. A análise acústica é a mais usada devido a sua natureza não-invasiva (PARSA; JAMIERSON, 2001).

No Brasil, a análise acústica tem sido usada mais intensamente na última década (FELIPPE; GRILLO; GRECHI, 2006).

3.4.2.1 Avaliação perceptivo-auditiva da voz

A avaliação perceptivo-auditiva da função vocal teve início no século XIX, com a aferição subjetiva da voz, e exige somente o ouvido humano como instrumento de avaliação. Esta prática fonoaudiológica ainda tem sido utilizada para detectar alterações, e busca um equilíbrio do que se vê e se ouve do sujeito para analisar e interpretar os achados e assim melhor conhecer e compreender a dinâmica individual de cada um com a sua própria voz e suas características de comunicação (NEMR et al., 2005).

A avaliação do comportamento vocal é um procedimento fonoaudiológico básico e tem por objetivo traçar o perfil vocal do indivíduo. O ouvido humano é o principal instrumento para esta avaliação que visa determinar a eficiência vocal. Esta análise é conhecida como análise perceptivo-auditiva da voz e representa um dos procedimentos de avaliação da voz mais utilizados na rotina clínica fonoaudiológica (LOPES, 1997).

A qualidade da voz – que representa hoje o que antes era conhecido como timbre numa concepção mais ampla – é a principal variável da avaliação

perceptivo-auditiva. Esta análise fornece informações sobre o padrão básico da emissão e sobre as dimensões biológica, psicológica e sócio-educacionais do falante (LOPES, 1997).

De acordo com Lopes (1997) as seguintes variáveis são analisadas na avaliação perceptivo-auditiva da voz:

a) tipo de voz: entre as mais freqüentes podemos citar a voz rouca, com altura e intensidade diminuídas e presença de ruído no sinal sonoro; a voz sopro, com presença de ar não-sonorizado durante a emissão representado por um ruído audível à fonação; a voz áspera, caracterizada por uma emissão rude apresentando grande esforço à fonação; a voz comprimida, voz tensa e desagradável; e a voz bitonal, caracterizada por dois diferentes sons de qualidade, altura e intensidade diversas.

b) sistema de ressonância: voz de ressonância difusa, quando há o equilíbrio da distribuição da ressonância nas caixas de ressonância – pulmões, laringe, faringe, cavidade oral, cavidade nasal e seios paranasais; voz com foco ressonantal, quando a distribuição da ressonância nas caixas não é equilibrada ocorrendo predomínio de determinada cavidade de ressonância.

c) características da emissão: articulação e pronúncia; ritmo e velocidade da fala; resistência vocal; sensação psicoacústica de frequência – *pitch*; e sensação psicoacústica de intensidade – *loudness*.

3.4.2.2 Análise acústica computadorizada da voz

A análise acústica é um exame complementar que não foi criado para substituir a avaliação clínica realizada pelo fonoaudiólogo, mas como mais uma possibilidade para auxiliar esta prática; uma das vantagens de seu surgimento foi aumentar a precisão do diagnóstico, identificar e documentar a eficácia do tratamento a curto e longo prazo (NEMR et al., 2005).

A análise acústica computadorizada da voz é considerada uma avaliação objetiva por fornecer valores mensuráveis, o que avalia a voz quantitativamente (VANZELLA; SANTOS; PEREIRA, 2005).

Muitas são as possibilidades de análise acústica. As mais usadas descrevem o som por meio da sua forma de onda e espectro (ARAÚJO et al., 2002).

Os programas que fazem a avaliação acústica por meio de processamento de sinais são capazes de obter os traçados do formato das ondas sonoras, os valores para frequência fundamental e suas medidas de perturbação – *jitter* e *shimmer* – e medidas de ruído, o que permite descrever quase completamente a voz humana. A espectrografia utiliza uma análise matemática denominada "análise de Fourier", que determina os componentes da onda sonora (ARAÚJO et al, 2002; VANZELLA; SANTOS; PEREIRA, 2005)

A espectrografia apresenta vantagens no complemento das análises fonoaudiológicas por ser de rápida análise, por mostrar precisamente as concentrações de energia na fala e como estas concentrações variam no tempo. A espectrografia é o correlato acústico da qualidade de uma voz. Este tipo de análise é bastante seguro e confiável na avaliação das características das vozes individuais (BEHLAU, 2001).

A análise espectrográfica caracteriza acusticamente a onda sonora vocal, isto é, os sons da fala em termos articulatórios baseados na posição da língua; e em termos acústicos propriamente ditos, baseada nos formantes e em suas transições (PAGAN; WERTZNER, 2007).

Na análise acústica as principais variáveis estudadas são: frequência fundamental, *jitter* e *shimmer*. A frequência fundamental, simbolizada por F0, representa o número de ciclos que as pregas vocais realizam por segundo. Na literatura mais antiga é indicada por c/s (ciclos por segundo) e nas mais modernas por Hz (Hertz), sendo que 1Hz = 1 c/s. Os valores da F0 são importantes na avaliação anatômica e funcional da laringe, pois é o resultado da interação entre o comprimento, a massa e a tensão das pregas vocais durante o processo de produção da voz. O *pitch* é considerado a forma perceptiva da frequência fundamental (BEHLAU, 2001; BEHLAU; REHDER, 1997; FELIPPE et al., 2006; PAGAN; WERTZNER, 2007;).

A F0 é influenciada pelo sexo e pela idade. Nos homens a faixa de frequências vai de 80 a 150 Hz e nas mulheres, de 150 a 250 Hz. Crianças apresentam valores acima de 250Hz. Segundo Behlau (2001) para o português brasileiro falado em São Paulo, o valor médio de F0 para homens é de 113 Hz, para mulheres é de 205 Hz e para crianças de 8 a 11 anos o valor é de 236 Hz.

Jitter é a perturbação ou variabilidade da frequência fundamental ciclo a ciclo (FIGURA 7) e *shimmer* (FIGURA 8) é definido como a perturbação ou variabilidade da amplitude ciclo a ciclo; enquanto que as medidas de ruído quantificam o ruído originado na turbulência do ar ao nível da glote. Por refletirem fenômenos da comparação ciclo a ciclo, *jitter* e *shimmer* são considerados índices de perturbação da frequência fundamental e da amplitude a curto prazo e por isso apresentam grande importância clínica (ARAÚJO et al., 2002; BEHLAU, 2001).

Figura 7 - Esquematização da medida de perturbação *jitter* – variabilidade da frequência fundamental ciclo a ciclo. Fonte: Projeto Homem Virtual. **Voz:** fonoaudiologia e medicina. Bauru: UNIMAGEM, 2007. V.2. CD-ROM.

Figura 8 - Esquematização da medida de perturbação *shimmer* – variabilidade da amplitude ciclo a ciclo. Fonte: Projeto Homem Virtual. **Voz:** fonoaudiologia e medicina. Bauru: UNIMAGEM, 2007. V.2. CD-ROM.

A razão harmônico-ruído – em inglês *harmonic-to-noise ratio* (HNR) – contrasta o sinal regular com o sinal irregular das pregas e do trato vocal. As vozes normais apresentam uma quantidade de ruído esperada. As mulheres apresentam valores de razão harmônico-ruído mais elevados que homens (BEHLAU, 2001).

De acordo com Behlau (2001) as medidas relativas de *jitter* e *shimmer* calculados pelo programa *Dr. Speech* da *Tiger DRS* são expressas em porcentagem e o valor limite de normalidade é de 0,5% e 3%, respectivamente.

Os valores de *jitter*, *shimmer* e razão harmônico-ruído (NHR) considerados dentro do padrão da normalidade, segundo o programa *Multi Dimensional Voice Program* (MDVP) inserido no *software Multi Speech 3700* da *Kay Elemetric Corp.*, são de 0,63 %, 1,99 % e 0,11, respectivamente.

Diversas variáveis acústicas são utilizadas diariamente na prática clínica para caracterizar a função vocal e monitorar o progresso de pacientes ao longo da terapia. No exercício da análise acústica é comum que as variáveis analisadas sejam extraídas de amostras de vogal sustentada. O uso clínico e científico de tais amostras tem sido facilitado devido a sua disponibilidade de adequação a diversos sistemas comerciais de análise acústica. Medidas de frequência fundamental obtidas por meio de análise de fala encadeada são consideradas cientificamente inadequadas devido às variações inerentes ao material

de fala e às características do texto usado na análise. (BEHLAU, 2001; PARSA; JAMIERSON, 2001).

O estudo desenvolvido por Araújo et al. (2002) teve como objetivo a normatização das medidas acústicas de frequência fundamental, perturbação e ruído na voz normal de brasileiros do sexo masculino e feminino. A amostra foi de 40 homens e 40 mulheres que emitiram as vogais sustentadas /a/, /e/ e /i/. Os sinais de voz gravados foram analisados no Programa de Análise Acústica da Voz. Os valores encontrados para F0 concentraram-se entre 127,61Hz e 142,63Hz para os homens, e entre 214,28Hz e 226,73Hz para as mulheres. Os valores de *jitter* se apresentaram entre 0,32% e 0,37% para os homens, e entre 0,31 e 0,85% para as mulheres. Os valores de *shimmer directional perturbation factor* se mostraram entre 63,39% e 64,95% para os homens, e entre 65,17% e 65,58 para as mulheres. A razão harmônico-ruído se concentrou entre 1,06 dB e 2,30dB para os homens, e entre 1,64dB e 1,54dB para as mulheres. Os resultados obtidos demonstraram a grande variabilidade entre as vozes normais. Os autores supõem que, mesmo ao utilizar medidas similares, os resultados entre diferentes programas de análise acústica da voz podem apresentar diferenças devido às diferenças de algoritmos, do método de cálculo da frequência fundamental, do microfone utilizado, do armazenamento do sinal vocal capturado, e da amostra ser sustentada ou fala encadeada.

Andrade (2003) realizou um trabalho com o objetivo de determinar os valores médios dos parâmetros acústicos da voz: *jitter*, *shimmer*, suavidades espectrais do filtro e do sinal residual, o índice de vocalização e o coeficiente de excesso através de uma ferramenta de análise acústica da voz e verificar sua acuracidade. Foram avaliados 130 indivíduos adultos – 53 homens e 77 mulheres. Os sujeitos emitiram a vogal sustentada /a/ que foi gravada e posteriormente analisada por meio do programa Análise de Voz 2.0 da DSP Instrumentos Ltda. Os valores da frequência fundamental encontrados em 70% dos homens concentraram-se entre 110 e 146,7 Hz; enquanto que para as mulheres o valor médio foi de 209,61hz. O valor médio obtido para *jitter* em toda a amostra foi de 1,99% com desvio padrão 2,16%. O valor médio encontrado para *shimmer* foi de 9,17% com desvio padrão 3,17%. Os resultados encontrados foram compatíveis com a proposição do estudo, e foram expressivamente promissores com a exatidão da inter-relação dos achados, com o qual o autor concluiu a veracidade da ferramenta utilizada.

O estudo realizado por Fellipe et al. (2006) teve como objetivo normatizar as medidas de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e razão harmônico-ruído para adultos jovens com voz normal. Participaram do estudo 20 homens e 20 mulheres sem queixas vocais. Os sujeitos produziram as vogais sustentadas /a/ e /é/ que posteriormente foram analisadas pelo programa CSL- 4300 *Kay-Elementrics*. A média da frequência fundamental encontrada para homens foi de 120Hz; e para as mulheres de 206Hz. A média de *jitter* para os homens foi 0,498%; e para as mulheres de 0,62%. A média de *shimmer* para os homens foi de 0,23dB; e para as mulheres de 0,22dB. Os resultados encontrados para todas as medidas estudadas diferenciaram-se dos valores encontrados em outros estudos de normatização de medidas acústicas. Os autores concluíram que as diferenças na programação dos vários sistemas de análise acústica fazem com que cada sistema seja único, o que impede uma normatização única.

Zhang e Jiang (2008) investigaram as características acústicas de vogais sustentadas e encadeadas de sujeitos normais e pacientes com patologias na laringe. Para a avaliação das vogais foram utilizadas as medidas de perturbação *jitter* e *shimmer*; razão harmônico-ruído; e métodos de dinâmica não linear. Os resultados encontrados sugeriram que a análise da dinâmica não linear e a análise tradicional da razão harmônico-ruído podem ser avaliadas por análise das vogais sustentadas ou encadeadas; enquanto que para a análise das medidas de perturbação devem ser utilizadas vogais sustentadas e ter grande cuidado ao utilizar vogais encadeadas.

3.4.3 Profissional da Voz

A fala é um atributo do ser humano, desenvolvido a partir da necessidade de comunicar-se. A comunicação oral precedeu à escrita. A voz humana – provavelmente para imitar o rugido de animais, o canto das aves, o ruído da água e dos trovões – é a forma mais primitiva de comunicação.

Para Collins (2004) o sucesso da comunicação oral depende diretamente da habilidade do indivíduo que está falando de ser claro para com o

ouvinte. Como exemplo, em uma apresentação oral, a maneira como o orador se apresenta terá um grande impacto na reação da plateia.

Muitas pessoas desejam e por razões profissionais necessitam ser um bom comunicador. Comunicar-se bem é exigência para o sucesso profissional em muitas áreas. Contudo, ser um bom comunicador e transmitir credibilidade não é algo tão fácil quanto parece, principalmente quando se atua diante de um microfone. A voz, a fala, o movimento corporal, o uso de gestos, o contato visual, a expressão facial e, principalmente, a postura corporal compõem o efeito final da comunicação (KYRILLOS, 2005; KYRILLOS; COTES, FEIJÓ, 2003).

O profissional da voz é o indivíduo que depende de certa produção e/ou qualidade vocal específica para sua sobrevivência profissional. Há duas modalidades principais de uso profissional da voz: a fala e o canto. No primeiro grupo podemos incluir os professores, atores, locutores, narradores, instrutores de modalidades físicas, repórteres, apresentadores de TV, religiosos e políticos. No grupo da voz cantada podem ser citados os cantores de diversos estilos. A estes profissionais é delegada à voz a função de veicular emoções. A voz humana é uma das extensões mais fortes da nossa personalidade e o canto uma das mais evocadoras de emoções (BEHLAU, 2005; LOPES, 1997).

A saúde vocal é um aspecto importante da saúde e da qualidade de vida dos profissionais da voz. Por ser o principal instrumento de trabalho deles, qualquer alteração na voz pode trazer prejuízos a estes profissionais devido a afastamentos das atividades, cancelamento de compromissos como aulas, *shows* e apresentações, licenças médicas, entre outros (PENTEADO, 2007).

É cada vez maior o número de fonoaudiólogos prestando serviços aos profissionais da voz, além de orientação higiene vocal cuidados básicos com a voz hidratação, alimentação e hábitos de vida saudáveis, necessidade da atenção a outros fatores que também afetam a saúde vocal, como aquecimento e desaquecimento vocal, mau uso da voz, postura corporal, entre outros fatores (FERREIRA; SILVA, 2002).

Uma boa voz e a manutenção da saúde vocal não dependem apenas da boa anatomia do aparelho fonador, ela está relacionada também à postura corporal, motivo pelo qual os indivíduos que utilizam a voz profissionalmente devem dar grande atenção à sua postura, mantendo-a saudável para que a produção da voz ocorra de maneira eficiente e sem esforço (FERREIRA; SILVA, 2002).

4 Material e Método

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 Considerações Éticas

Este estudo foi realizado com a participação de um indivíduo que foi esclarecido sobre os procedimentos e objetivos do mesmo. O desenvolvimento do trabalho somente foi iniciado após a concordância e a assinatura pelo participante do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A). Foram respeitados todos os princípios éticos que versam a resolução 196/96 e 257/97 sobre ética em pesquisa com seres humanos e orientações do Comitê de Ética em Pesquisa da USP (ANEXO B).

4.2 Casuística

A fim de conferir maior robustez ao correlacionar causa e efeito, neste trabalho, foi necessário minimizar as fontes de variação de parâmetros do objeto de estudo. Optou-se por realizar a análise da voz de um único indivíduo a fim de controlar, mais cuidadosamente, as demais variáveis que influenciam as características vocais. Uma amostra com mais indivíduos para estabelecer uma inferência para uma população insere muitos parâmetros que mascarariam os resultados. Uma vez estabelecida a relação proposta neste trabalho poderá se investigar uma amostra maior, ampliando o escopo do mesmo.

Para a identificação das características da voz em diferentes posturas corporais foram realizadas as análises de 25 amostras vocais e fotográficas de um único indivíduo. Foram coletadas 40 amostras, porém 15 foram descartadas por problemas no computador; ruídos proximais à sala de gravação; sujeito da pesquisa com voz rouca e dor na garganta decorrente de resfriado.

As amostras vocais e fotográficas foram coletadas de um indivíduo adulto de 31 anos, voluntário, do sexo masculino, sem queixa vocal, não fumante, o

qual relatou apresentar bom estado de saúde geral nas funções dos diversos sistemas corporais.

4.3 Procedimentos

Foi realizada a coleta de uma amostra vocal e fotográfica por dia, de segunda à sexta-feira no horário entre 13horas e 14h30min, nos dias em que o sujeito estava disponível, no Laboratório de Voz da Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOB/USP.

4.3.1 Registro dos dados

Foi solicitado ao participante que emitisse a vogal sustentada /a/ em três diferentes posturas corporais na posição sentada, a saber:

- A) Postura ortostática natural do sujeito (FIGURA 9);

Figura 9 - Postura ortostática natural do sujeito para gravação do sinal de voz

B) Postura com anteriorização da cabeça e extensão da coluna cervical (FIGURA 10);

Figura 10 - Postura com anteriorização de cabeça e extensão da coluna cervical para gravação do sinal de voz

- C) Postura com aumento da cifose torácica – curvatura natural das vértebras da coluna torácica – e anteriorização de cabeça (FIGURA 11).

Figura 11 - Postura com aumento da cifose torácica e anteriorização da cabeça para gravação do sinal de voz

O sinal de voz gravado foi a vogal /a/ em intensidade e frequência habitual de fala, prolongado por no mínimo cinco segundos. Para esta gravação foi

utilizado o programa profissional de gravação e edição de áudio *Sound Forge 7.0*® da *Sony Pictures Digital Inc.* com um canal (mono), 16bits e taxa de amostragem de 44.100Hz, com o microfone de cabeça unidirecional, AKG C444, posicionado a uma distância constante de três centímetros da comissura labial (FIGURA 12) e conectado a um préamplificador estéreo da *KAY Elemetrics Corporation* (FIGURA 13) para controle do sinal de entrada.

Figura 12 - Posicionamento do microfone unidirecional a uma distância de 3 centímetros da comissura labial para a gravação do sinal de voz

Figura 13 - Microfone de cabeça unidirecional, AKG C444 conectado ao préamplificador estéreo da *KAY Elemetrics Corporation* utilizados nas gravações do sinal de voz

As posturas corporais, utilizadas durante a gravação da voz, envolvem modificações da posição da cabeça e tronco. A postura A – posição ereta – foi incluída no trabalho por ser considerada uma postura adequada e ideal (SCHNEIDER; DENNEHY; SAXON, 1997). As posturas B e C foram selecionadas

por serem tipicamente encontradas em diferentes profissionais da voz, como locutores de rádio e cantores. Todas as posturas foram fotografadas simultaneamente à gravação do sinal de voz por meio de uma câmera digital *Sony Cyber-shot 7.2 megapixels*. A câmera foi apoiada em um minitripé de sustentação da marca *Weipeng Tripod WT020* apoiado sobre uma bancada e permaneceu a 180 centímetros de distância da cadeira do indivíduo (FIGURA 14), de acordo com Marques (2003).

Figura 14 - Posicionamento da cadeira do indivíduo a 180 centímetros do tripé de sustentação para a câmera fotográfica

O indivíduo foi fotografado com marcadores – cor branca de 9 milímetros de diâmetro da marca *Pimaco*, pintados com pincel permanente vermelho da marca *Göller* – colados diretamente na pele nos pontos:

- Acrômio da escápula;
- Côndilo da mandíbula;
- Processo xifoide do osso esterno.

Os pontos acima mencionados podem ser observados na figura 15.

Para tornar o processo xifoide visível em vista lateral foi colado sobre o marcador de pele com fita dupla face da marca *3M* uma tampa de agulha da marca *BD PrecisionGlide* de 9 milímetros de diâmetro.

Figura 15 - Visualização dos pontos marcados na pele para a formação dos ângulos avaliados pela fotogrametria

O ponto anatômico côndilo da mandíbula pode ser visto esquematizado na figura 16 e os pontos acrômio da escápula e processo xifóide do esterno podem ser observados na figura 17.

Figura 16 - Visualização anatômica do côndilo da mandíbula. Fonte: <http://www.santaapolonia.com/attachments/Image/ATM400.JPG>. Acesso em: 17 de agosto de 2008

Figura 17 - Visualização anatômica dos pontos acrômio da escápula e processo xifoide do esterno. Fonte: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/ab/Pectoral_girdle_front_diagram_pt.svg/250px-Pectoral_girdle_front_diagram_pt.svg.png. Acesso em: 17 de agosto de 2008

4.3.2 Análise dos dados

4.3.2.1 Biofotometria

Para melhor descrição e registro das posturas corporais, as fotografias, nas três diferentes posturas do indivíduo participante, foram analisadas por biofotometria computadorizada por meio do programa *Corel Draw 10®*. Foi utilizado este método quantitativo de análise de postura, com seleção de três ângulos corporais que nos mostram o posicionamento da cabeça, pescoço e porção superior do tronco, para certificar que o indivíduo permaneceu na mesma posição em todos os dias da realização da coleta de dados.

A leitura dos valores foi realizada em campo definido pelo programa e imediatamente anotada em protocolo próprio, pelo pesquisador. A partir destes valores, foi possível quantificar as modificações da postura apresentada pelo voluntário no decorrer dos 25 dias de coleta de dados úteis para análise.

Os ângulos estudados nesta pesquisa e fornecidos pelo programa foram:

- 1) Ângulo cômulo acrômio: ângulo formado pelo cruzamento da linha que vai do cômulo da mandíbula ao acrômio com a linha perpendicular ao solo – eixo das ordenadas (FIGURA 18);

Figura 18 - Ângulo cômulo acrômio

- 2) Ângulo mento esternal: ângulo formado pelo cruzamento da linha que vai do processo xifoide do osso esterno à sínfise mentoniana com a linha perpendicular ao solo – eixo das ordenadas (FIGURA 19);

Figura 19 - Ângulo mento esternal

3) Ângulo de Frankfurt: ângulo formado pela linha que vai do meato acústico externo ao limite inferior da órbita ocular, linha esta conhecida por Plano de Frankfurt (FIGURA 20), com a linha perpendicular ao solo – eixo das ordenadas (FIGURA 21).

Figura 20 - Plano de Frankfurt. Fonte: Marques, 2003

Figura 21 - Ângulo de Frankfurt

4.3.2.2 Avaliação acústica

Para a análise acústica, o sinal de voz registrado foi editado escolhendo-se o segundo mais estável. Desta forma foram utilizadas as edições das gravações

de vinte e seis emissões nas três diferentes posturas para a análise das seguintes medidas:

- Frequência fundamental habitual (F_0), expressa em Hertz – número de ciclos que as pregas vocais realiza por segundo (BEHLAU,2001);
- *Jitter*, expresso em porcentagem – perturbação ou variabilidade da frequência fundamental ciclo a ciclo (ARAÚJO et al., 2002);
- *Shimmer*, expresso em porcentagem – perturbação ou variabilidade da amplitude ciclo a ciclo (ARAÚJO et al., 2002);
- Razão harmônico-ruído (HNR) – contrasta o sinal regular com o sinal irregular das pregas e do trato vocal (BEHLAU,2001).

Todas as medidas citadas foram obtidas por meio do programa *Multi Dimensional Voice Program* (MDVP) inserido no *software Multi Speech 3700* da *Kay Elemetric Corp.* (Figuras 22 e 23). As variáveis frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e proporção harmônico-ruído foram escolhidas neste estudo como medidas para a análise acústica da voz por fornecerem informações sobre as mudanças do sinal vocal que refletem mudanças fisiológicas nas pregas vocais.

Figura 22 - Janela do programa MDVP com o gráfico representativo das medidas acústicas do sinal de voz

Figura 23 - Janela do programa MDVP com os valores numéricos das medidas acústicas, representadas no gráfico da figura 22, gerados do sinal de voz

Todas as análises acústicas vocais foram realizadas no Laboratório de Voz da Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo – FOB/USP.

4.3.2.3 Avaliação perceptivo-auditiva

A avaliação perceptivo-auditiva da voz foi realizada com o intuito de observar se as mudanças posturais interferiram na qualidade vocal. As amostras vocais em todas as posturas nos 25 dias de coleta de dados foram gravadas em um CD-ROM 700 MB da marca Sony por meio do programa *Nero StartSmart* que foi entregue a uma fonoaudióloga, especialista em voz, para que ela avaliasse subjetivamente o comportamento das amostras vocais.

Sem conhecimento das posturas corporais e do objetivo da pesquisa a especialista ouviu as amostras vocais e para cada dia observou se houve modificações das amostras de voz na Postura B e C em relação à postura A. Primeiramente foi ouvida a gravação da vogal /a/ sustentada na postura A (postura neutra) e em seguida a profissional ouviu a gravação da vogal /a/ sustentada na postura B (postura com anteriorização da cabeça e extensão da coluna cervical) e comparou as duas por meio do protocolo para a avaliação perceptivo-auditiva. A

seguir, ela ouviu novamente a gravação da vogal /a/ sustentada na postura A e ouviu a gravação da vogal /a/ sustentada na postura C (postura com aumento da cifose torácica e anteriorização de cabeça) e comparou as duas também com a utilização o protocolo para a avaliação. Este procedimento foi repetido para todos os dias de gravação.

Nas amostras de voz foram avaliadas pela fonoaudióloga a estabilidade, a qualidade vocal, o *pitch* e a ressonância de acordo com um protocolo previamente desenvolvido para a avaliação perceptivo-auditiva deste estudo (ANEXO 3) .

O protocolo para a avaliação perceptivo-auditiva constou dos seguintes aspectos:

- Estabilidade: foi observado se a estabilidade da voz nas posturas B e C permaneceu igual, ficou melhor ou pior em relação à postura A.
- Qualidade vocal: foi observado se a qualidade da voz nas posturas B e C permaneceu igual, ficou melhor ou pior em relação à postura A. Quando pior, foi especificado se a voz se tornou mais rouca, soprosa, tensa ou outra opção.
- *Pitch*: foi observado se o *pitch* (tom) nas posturas B e C permaneceu igual ou se tornou mais agudo ou grave em relação à postura A.
- Ressonância: foi observado se a ressonância nas posturas B e C permaneceu igual ou se alterou para hipernasal, hiponasal, comprimida, abafada e/ou posterior.

4.4 Tratamento estatístico

As comparações das análises dos resultados acústicos obtidos entre as três diferentes posturas corporais foram realizadas pela Análise de Variância, utilizando-se o Teste Anova.

O Teste de Tukey foi aplicado nas variáveis estudadas quando estas apresentaram resultado significativo no Teste Anova, ou seja, quando o resultado das comparações foi um valor menor que 0,05 ($p < 0,05$).

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Biofotometria

Os resultados obtidos por biofotometria, na análise das três posturas estudadas: A) posição ortostática; B) anteriorização da cabeça com extensão da coluna cervical; e C) aumento da cifose torácica com anteriorização da cabeça, dos 25 dias de coleta de dados utilizados, seguidos dos valores médio, desvio padrão, máximo e mínimo podem ser visualizados na Tabela 1. Os valores encontrados para os ângulos: 1) côndilo acrômio; 2) mento esternal; e 3) Frankfurt são apresentados em graus.

Tabela 1 - Valores obtidos, em graus, por meio da biofotometria computadorizada, para os ângulos: 1 (côndilo acrômio), 2 (mento esternal) e 3 (Frankfurt) nas três posturas estudadas: A (posição ortostática), B (anteriorização da cabeça com extensão da coluna cervical) e C (aumento da cifose torácica com anteriorização da cabeça), seguidos dos valores médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN) para cada ângulo

N	Postura A			Postura B			Postura C		
	ÂNGULOS			ÂNGULOS			ÂNGULOS		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	35,54	22,36	90	36,7	23,67	68,44	59,48	43,56	87,51
2	36,12	25,66	93,95	36,2	22,89	75	55,39	34,2	99,94
3	45	28,15	89,35	42,92	30,05	73,95	62,4	37,98	93,54
4	39,29	26,91	93,37	43,51	28,1	74,99	61,04	38,52	98,31
5	38,24	28,43	90,45	42,02	32,94	76,26	56,22	37,79	91,19
6	43,11	26,07	90,92	42,37	30,23	69,92	57,56	33,96	90
7	43,25	27,5	89,48	41,31	33,97	74,29	56,09	39,87	91,39
8	43,06	32,05	95,04	41,22	30,07	74,54	54,97	40,35	91,19
9	43,91	29,86	93,58	42,85	30,8	77,83	58,97	38,73	94,29
10	44,34	28,28	90	39,91	24,78	72,32	58,2	37,98	98,02
11	46,83	30,58	95,14	45	28,3	76,84	55,59	34,46	93,49
12	45,4	27,32	88,1	37,47	20,83	70,94	59,74	32,36	90
13	43,76	25,18	84,95	37,5	20,2	69,75	60,2	37,54	90,58
14	46,08	29,19	93,86	41,78	25,94	74,08	52,57	38,97	91,67
15	41,63	33,23	93,08	42,21	32,53	75,11	59,12	37,69	90,95
16	42,88	27,59	91,67	39,01	25,74	70,38	61,21	41,38	92,65
17	47,9	30,89	93,58	41,99	29,3	76,22	59,57	36,87	90,6
18	43,53	30,51	90,86	41,95	29,3	75,96	60,08	38,5	98,58
29	42,06	29,28	91,83	40,98	31,05	81,14	62,97	40,29	96,84
20	43,67	29,05	89,26	43,6	28,33	80	58,24	41,31	92,86
21	43,73	28,55	92,6	40,34	22,92	79,37	56,98	38,81	95,53
22	46,15	22,58	96,84	40,6	20,12	76,37	55,41	33,69	96,15
23	44,15	23,96	91,01	36,25	20,87	72,49	55,22	34,78	93,04
24	45	23,57	89,59	42,65	25,29	75,68	57,8	34,61	93,65
25	45	25,5	91,81	40,48	22,81	73,72	59,17	36,34	94,76
MÉDIA	43,18	27,69	91,61	40,83	26,84	74,62	58,17	37,62	93,47
DP	3,05	2,84	2,58	2,41	4,23	3,21	2,56	2,79	3,15
MAX	47,9	33,23	95,14	43,6	33,97	81,14	62,97	43,56	99,94
MIN	35,54	22,36	88,1	36,2	20,12	68,44	52,57	32,36	87,51

A representação da variação dos valores dos três ângulos estudados em cada um dos 25 dias de coleta de dados úteis para as posturas A, B e C pode ser visualizada nas figuras 24, 25 e 26, respectivamente.

Figura 24 - Gráfico representativo das variações dos valores dos ângulos mento esternal, cômulo acrômio e Frankfurt na Postura A, nos 25 dias de coleta de dados úteis

Figura 25 - Gráfico representativo das variações dos valores dos ângulos mento esternal, cômulo acrômio e Frankfurt na postura B, nos 25 dias de coleta de dados úteis

Figura 26 - Gráfico representativo das variações dos valores dos ângulos mento esternal, cômulo acrômio e Frankfurt na postura C, nos 25 dias de coleta de dados úteis

5.2 Análise Acústica

5.2.1 Frequência fundamental

Quanto à análise acústica das 25 gravações, o valor médio obtido para a frequência fundamental (F0) para a postura A foi de $\bar{X}_A = 127,80 \text{ Hz} \pm 9,31 \text{ Hz}$; para a postura B foi de $\bar{X}_B = 129,96 \text{ Hz} \pm 9,2 \text{ Hz}$ e para a postura C foi de $\bar{X}_C = 130,77 \text{ Hz} \pm 7,61 \text{ Hz}$. Os valores da frequência fundamental para cada dia de gravação, seguidos dos valores médio, desvio padrão, máximo e mínimo podem ser observados na Tabela 2. Os valores médios de F0 para as três posturas estudadas podem ser visualizados por gráfico representativo na Figura 27.

Tabela 2 - Valores de frequência fundamental das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), expressos em hertz, obtidos nas três posturas avaliadas

N	FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL (Hz)*		
	Posturas		
	A	B	C
1	113,00	112,97	119,23
2	105,27	111,80	114,04
3	116,95	114,34	118,38
4	119,83	125,10	129,81
5	122,14	123,55	127,60
6	126,20	129,11	133,04
7	113,50	113,23	115,90
8	115,74	124,05	126,30
9	126,96	130,24	127,94
10	125,34	127,90	133,33
11	132,22	125,20	128,54
12	135,94	138,51	134,01
13	135,16	136,52	134,93
14	135,18	140,86	127,79
15	130,80	134,90	132,44
16	129,14	135,33	131,56
17	139,25	139,39	138,53
18	126,94	131,18	130,63
19	129,51	132,73	132,92
20	134,27	132,63	137,40
21	139,40	135,43	140,72
22	136,57	144,24	144,03
23	132,67	135,59	133,79
24	134,26	138,24	136,68
25	138,94	136,00	139,73
MÉDIA	127,80	129,96	130,77
DP	9,31	9,2	7,61
MAX	139,40	144,24	144,03
MIN	105,27	111,80	114,04

* valor de normalidade aproximado descrito por Behlau (2001)
para homens brasileiros = 113Hz

Figura 27- Gráfico representativo dos valores médios de frequência fundamental (F0), expressos em Hz, para as posturas A, B e C

O resultado obtido na comparação entre os valores médios de F0 nas três posturas estudadas pela Análise de Variância utilizando o Teste Anova não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Como o resultado do Anova não foi significativo, não foi necessária a aplicação do Teste de Tukey.

5.2.2 Jitter

O valor médio de *jitter* obtido para a postura A foi de $\bar{X}_A = 0,65 \% \pm 0,31 \%$; para a postura B foi de $\bar{X}_B = 1,19 \% \pm 0,49 \%$; e para a postura C foi de $\bar{X}_C = 0,72 \% \pm 0,34 \%$. Os valores de *jitter* para cada dia de gravação, seguidos dos valores médio, desvio padrão, máximo e mínimo para cada postura, podem ser observados na tabela 3. Os valores médios de *jitter* para as três posturas estudadas podem ser visualizados por gráfico representativo na Figura 28.

Tabela 3 - Valores de *jitter* das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), expressos em porcentagem, obtidos nas três posturas avaliadas

N	JITTER (%) *		
	Posturas		
	A	B	C
1	0,60	1,37	0,33
2	0,45	2,39	0,52
3	1,04	1,77	0,85
4	0,44	0,73	0,67
5	0,58	1,37	0,73
6	0,35	0,96	0,42
7	0,44	1,77	0,48
8	0,95	1,35	0,65
9	0,63	1,03	0,62
10	0,57	0,85	0,66
11	0,61	1,61	1,88
12	0,59	0,72	0,80
13	0,56	1,49	0,42
14	0,53	0,73	0,60
15	0,62	0,71	0,63
16	0,48	0,74	0,54
17	0,28	0,73	0,67
18	0,61	0,83	0,77
19	0,48	0,75	0,61
20	1,90	0,95	0,66
21	0,85	0,82	0,64
22	0,51	1,41	1,47
23	0,65	1,58	0,52
24	0,62	2,20	1,23
25	0,82	0,83	0,64
MÉDIA	0,65	1,19	0,72
DP	0,31	0,49	0,34
MAX	1,90	2,39	1,88
MIN	0,28	0,71	0,33

* valor de normalidade descrito pelo programa MDVP da Kay Elemetrics = 0,63%

Figura 28 - Gráfico representativo dos valores médios de *jitter*, expressos em porcentagem (%), para as posturas A, B e C

O resultado obtido na comparação entre os valores médios de *jitter* nas três posturas estudadas pela Análise de Variância utilizando o Teste Anova apresentou diferença significativa ($p < 0,05$). Como o resultado do Anova foi significativo, foi aplicado o Teste de Tukey para verificar como os valores de *jitter* se diferenciaram nas três posturas.

O Teste de Tukey mostrou que a diferença do valor médio de *jitter* na postura A foi significativa em relação à postura B ($p < 0,05$). O valor médio de *jitter* encontrado na postura B também apresentou diferença significativa em relação à postura C ($p < 0,05$). Entretanto, o valor médio de *jitter* na postura A não apresentou diferença significativa em relação à postura C ($p > 0,05$). Os resultados estatísticos podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4 - Valores dos resultados dos testes estatísticos Anova e Tukey para *Jitter*

RESULTADO DO TESTE ANOVA		
<0,001*		
RESULTADOS DO TESTE DE TUKEY		
	A	B
A		<0,001*
B		

* Valores estatisticamente significantes ($p < 0,05$).

5.2.3 Shimmer

O valor médio de *shimmer* obtido para a postura A foi de $\bar{X}_A = 1,88 \% \pm 0,61 \%$; para a postura B foi de $\bar{X}_B = 1,86 \% \pm 0,85 \%$; e para a postura C foi de $\bar{X}_C = 1,66 \% \pm 0,77 \%$. Os valores de *shimmer* para cada dia de gravação, seguidos dos valores médio, desvio padrão, máximo e mínimo podem ser observados na tabela 5. Os valores médios de *shimmer* para as três posturas estudadas podem ser visualizados por gráfico representativo na Figura 29.

Tabela 5 - Valores de *shimmer*, das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), expressos em porcentagem, obtidos nas três posturas avaliadas

N	SHIMMER (%) *		
	Posturas		
	A	B	C
1	2,24	2,70	1,76
2	2,10	2,07	2,12
3	2,19	2,41	1,48
4	1,91	1,14	1,14
5	1,62	1,48	1,50
6	1,61	1,77	1,33
7	1,82	1,77	1,46
8	2,14	1,41	1,02
9	1,05	1,26	1,15
10	1,41	1,42	1,14
11	0,99	0,86	1,55
12	1,67	0,88	0,89
13	1,63	1,46	1,09
14	2,43	1,78	1,05
15	1,33	1,30	1,33
16	1,60	1,85	1,86
17	1,52	1,27	1,74
18	1,33	0,16	1,45
19	1,58	2,18	1,51
20	2,05	1,76	1,85
21	1,71	2,85	1,68
22	2,25	2,40	2,04
23	3,07	3,23	4,60
24	3,72	3,98	3,12
25	2,48	3,12	1,73
MÉDIA	1,88	1,86	1,66
DP	0,61	0,85	0,77
MAX	3,72	3,98	4,60
MIN	0,99	0,16	0,89

* valor de normalidade descrito pelo programa MDVP da Kay Elemetrics = 1,99%

Figura 29 - Gráfico representativo dos valores médios de *shimmer*, expressos em porcentagem (%), para as posturas A, B e C

O resultado obtido na comparação entre os valores médios de *shimmer* nas três posturas estudadas pela Análise de Variância utilizando o Teste Anova não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Como o resultado do Anova não foi significativo, não foi necessária a aplicação do Teste de Tukey.

5.2.4 Razão harmônico-ruído (NHR)

O valor médio da razão harmônico-ruído obtido para a postura A foi de $\bar{X}_A = 0,13 \pm 0,02$; para a postura B foi de $\bar{X}_B = 0,13 \pm 0,03$; e para a postura C foi de $\bar{X}_C = 0,12 \pm 0,03$. Os valores da razão harmônico-ruído para cada dia de gravação, seguidos dos valores médio, desvio padrão, máximo e mínimo podem ser observados na tabela 6. Os valores médios da razão harmônico-ruído para as três posturas estudadas podem ser visualizados por gráfico representativo na Figura 30.

Tabela 6 - Valores da razão harmônico ruído (NHR), das 25 amostras de gravação, valor médio, desvio padrão (DP), valor máximo (MAX) e valor mínimo (MIN), obtidos nas três posturas avaliadas

N	RAZÃO HARMÔNICO- RUÍDO*		
	Posturas		
	A	B	C
1	0,13	0,13	0,15
2	0,13	0,15	0,10
3	0,13	0,07	0,16
4	0,15	0,16	0,06
5	0,13	0,14	0,11
6	0,14	0,04	0,15
7	0,11	0,12	0,09
8	0,08	0,16	0,13
9	0,12	0,07	0,08
10	0,15	0,11	0,15
11	0,14	0,15	0,06
12	0,14	0,14	0,14
13	0,14	0,14	0,13
14	0,16	0,12	0,11
15	0,11	0,15	0,15
16	0,06	0,15	0,12
17	0,13	0,13	0,14
18	0,13	0,11	0,10
19	0,07	0,15	0,15
20	0,14	0,15	0,15
21	0,14	0,15	0,12
22	0,16	0,09	0,08
23	0,14	0,15	0,15
24	0,14	0,15	0,15
25	0,14	0,16	0,13
MÉDIA	0,13	0,13	0,12
DP	0,02	0,03	0,03
MAX	0,16	0,16	0,16
MIN	0,06	0,04	0,06

*valor de normalidade descrito pelo programa MDVP da Kay Elemetrics = 0,11

Figura 30 - Gráfico representativo dos valores médios da razão harmônico-ruído para as posturas A, B e C

O resultado obtido na comparação entre os valores médios da razão harmônico-ruído nas três posturas estudadas pela Análise de Variância utilizando o Teste Anova não apresentou diferença significativa ($p>0,05$). Como o resultado do Anova não foi significante, não foi necessária a aplicação do Teste de Tukey.

5.3 Avaliação perceptivo-auditiva

5.3.1 Comparação da Postura A com Postura B

Os resultados da avaliação perceptivo-auditiva na comparação da amostra vocal na postura B em relação à postura A demonstraram não haver mudança na estabilidade vocal em nenhum dia. Em alguns dias foram observadas algumas modificações na qualidade vocal e no *pitch*, enquanto na ressonância houve alteração em quase todos os dias. Estes resultados podem ser visualizados na tabela 7.

Na qualidade vocal, em 80% dos dias a qualidade vocal na postura B permaneceu igual a da postura A enquanto que em 20% dos dias se tornou pior na postura B. Destas 20% amostras vocais, 16% foram consideradas piores por se tornarem vozes soprosas, enquanto que 4% se tornaram roucas.

Em relação ao *pitch*, 32% das amostras permaneceram iguais na comparação das vozes nas posturas A e B. Tornaram-se mais agudas na postura B 56% das vozes, enquanto que 12% mais graves.

Sobre a ressonância, em 92% das amostras as vozes se tornaram posteriores e abafadas na postura B, enquanto que somente em 8% dos dias a ressonância permaneceu igual na comparação da postura B em relação à postura A.

Tabela 7 - Resultados da avaliação perceptivo-auditiva na comparação da amostra vocal na postura A com a amostra vocal na postura B

Comparação da amostra vocal Postura A x Postura B				
DIAS	Estabilidade	QV*	Pitch	Ressonância
1	igual	igual	igual	posterior/abafada
2	igual	igual	agudo	posterior/abafada
3	igual	pior/soprosa	grave	posterior/abafada
4	igual	igual	agudo	posterior/abafada
5	igual	igual	igual	posterior/abafada
6	igual	igual	igual	posterior/abafada
7	igual	igual	igual	posterior/abafada
8	igual	igual	agudo	posterior/abafada
9	igual	igual	igual	igual
10	igual	pior/ soprosa	agudo	posterior/abafada
11	igual	pior/soprosa	grave	posterior/abafada
12	igual	igual	igual	posterior/abafada
13	igual	igual	agudo	posterior/abafada
14	igual	igual	agudo	posterior/abafada
15	igual	igual	agudo	posterior/abafada
16	igual	igual	agudo	posterior/abafada
17	igual	igual	agudo	posterior/abafada
18	igual	igual	agudo	posterior/abafada
19	igual	pior/ soprosa	agudo	posterior/abafada
20	igual	igual	grave	posterior/abafada
21	igual	igual	agudo	posterior/abafada
22	igual	igual	agudo	posterior/abafada
23	igual	igual	igual	igual
24	igual	pior/ rouca	agudo	posterior/abafada
25	igual	igual	igual	posterior/abafada

* QV = Qualidade vocal

O gráfico representativo dos resultados encontrados na avaliação perceptivo-auditiva na comparação das vozes na postura B em relação à postura A pode ser visualizado na figura 31.

Figura 31 - Gráfico representativo da avaliação perceptivo-auditiva das vozes na postura B em relação à postura A. O eixo vertical representa as variações encontradas nas variáveis: estabilidade: 1 - pior, 2 - igual, 3 - melhor; qualidade vocal: 4 - pior, 5 - igual, 6 - melhor; pitch: 7 - grave, 8 - igual, 9 - agudo; ressonância: 10 - pior, 11 - igual, 12 - melhor

5.3.2 Comparação da Postura A com Postura C

Os resultados da avaliação perceptivo-auditiva na comparação da amostra vocal na postura C em relação à postura A demonstraram que, assim como, na comparação da postura A com a postura B, a estabilidade vocal permaneceu igual em 100% dos dias. As mudanças puderam ser observadas nas variáveis qualidade vocal, *pitch* e ressonância. Estes resultados podem ser visualizados na tabela 8.

Em 80% dos dias a qualidade vocal permaneceu igual enquanto que em 20% dos dias a voz foi considerada pior na postura C ao se tornar mais tensa.

Em relação ao *pitch*, na comparação das vozes nas posturas A e C, foi encontrado que 32% das amostras permaneceram iguais; 60% das vozes se tornaram mais agudas; e 8% se tornaram mais graves na postura C.

A grande mudança, assim como na comparação das vozes entre as posturas A e B, foi na ressonância. Em somente 12% dos dias as amostras permaneceram iguais, enquanto que nos outros 88% as vozes se tornaram comprimidas na postura C.

Tabela 8 - Resultados da avaliação perceptivo-auditiva na comparação da amostra vocal na postura A com a amostra vocal na postura B

Comparação da amostra vocal Postura A x Postura C				
DIAS	Estabilidade	QV*	Pitch	Ressonância
1	igual	pior/tensa	agudo	comprimida
2	igual	igual	agudo	comprimida
3	igual	pior/tensa	agudo	comprimida
4	igual	igual	agudo	comprimida
5	igual	igual	agudo	comprimida
6	igual	igual	igual	comprimida
7	igual	igual	igual	igual
8	igual	pior/tensa	agudo	comprimida
9	igual	igual	igual	comprimida
10	igual	igual	agudo	comprimida
11	igual	igual	igual	igual
12	igual	igual	grave	comprimida
13	igual	pior/tensa	agudo	comprimida
14	igual	igual	grave	comprimida
15	igual	pior/tensa	igual	comprimida
16	igual	igual	agudo	comprimida
17	igual	igual	agudo	comprimida
18	igual	igual	agudo	comprimida
19	igual	igual	agudo	comprimida
20	igual	igual	agudo	comprimida
21	igual	igual	igual	igual
22	igual	igual	agudo	comprimida
23	igual	igual	agudo	comprimida
24	igual	igual	igual	comprimida
25	igual	igual	igual	comprimida

* QV = Qualidade vocal

O gráfico representativo dos resultados encontrados na avaliação perceptivo-auditiva na comparação das vozes na postura C em relação à postura A pode ser visualizado na figura 32.

Figura 32 - Gráfico representativo da avaliação perceptivo-auditiva das vozes na postura C em relação à postura A. O eixo vertical representa as variações encontradas nas variáveis: estabilidade: 1 - pior, 2 - igual, 3 - melhor; qualidade vocal: 4 - pior, 5 - igual, 6 - melhor; pitch: 7 - grave, 8 - igual, 9 - agudo; ressonância: 10 - pior, 11 - igual, 12 - melhor

6 D i s c u s s ã o

6 DISCUSSÃO

Produzir uma voz adequada requer que o indivíduo, entre outras atitudes, se posicione adequadamente. A atitude postural em relação à cabeça e região cervical interfere na produção vocal (NELLI, 2006). Qualquer desvio na coluna vertebral, como a retificação ou a acentuação das curvaturas fisiológicas, gera solicitações funcionais prejudiciais que levam ao desequilíbrio da cabeça na coluna vertebral o que necessitará de funções musculares compensatórias (FERNANDES et al., 1998).

Para certificar-se do correto posicionamento diário do indivíduo avaliado, foi utilizada a biofotometria como uma avaliação quantitativa da postura. Diversos autores utilizaram em seus estudos a biofotometria como método quantitativo de avaliação postural e obtiveram resultados satisfatórios (BARAÚNA et al., 2006; FERREIRA, 2005; LIMA et al., 2004; MARQUES, 2003). A maioria dos estudos que analisou a confiabilidade da biofotometria se mostrou positivo e afirmou que este método de avaliação postural é confiável e válido para mensurar ângulos corporais, independente se o *software* utilizado foi o *Corel Draw* ou o SAPO (BRAZ; GOES; CARVALHO, 2008; SACCO et al., 2007). Entretanto, lunes et al. (2005) ao avaliarem a repetibilidade do método, ou seja, a repetição sucessiva das análises dos ângulos corporais através das fotos para o acompanhamento de mudanças corporais, não obtiveram resultados satisfatórios. Este achado, segundo os autores, pode ter sido pela complexidade no processo de aquisição de imagens para a avaliação das posturas e também pelo fato de que a postura estática pode ser influenciada por diferentes situações do dia-a-dia, como fatores emocionais. Em 2007, lunes descreveu soluções para aperfeiçoar a coleta de imagens fotográficas para avaliação postural por biofotometria e seu estudo norteou, na presente investigação, a coleta das imagens para a avaliação postural.

Os resultados obtidos pela biofotometria no presente estudo foram satisfatórios, pois os valores para o desvio padrão em todos os ângulos para todas as posturas estudadas foram baixos e permaneceram dentro do padrão aceitável. Estes dados indicaram que houve a repetibilidade das posturas, o que permitiu que

as análises do sinal de voz para cada uma das posturas fossem realizadas com fidedignidade.

A escolha das posturas neste estudo foi influenciada por observação dos padrões típicos de alguns profissionais da voz, como locutores e cantores. Ao observá-los, foi notada a presença, em grande parte destes profissionais, de anteriorização da cabeça, algumas vezes acompanhada de protusão dos ombros, e extensão da coluna cervical. Todas as posturas cervicais foram realizadas na posição sentada: postura A (ortostática natural), B (anteriorização de cabeça e extensão da coluna cervical) e C (aumento da cifose torácica e anteriorização de cabeça).

No estudo da postura B os valores da F0 (129,96Hz), do *jitter* (1,19%), do *shimmer* (1,86%) e da razão harmônico-ruído (0,13) foram comparados com os valores médios encontrados na postura A (F0= 127,80Hz; *jitter*= 0,65%; *shimmer*= 1,88%; NHR= 0,12). O resultado estatisticamente significativo foi na variável *jitter*, que teve um aumento de 83,07% em B em relação à A. Na avaliação perceptivo-auditiva foi possível identificar o aumento do *pitch*, na postura B em relação a postura A, em 56% das amostras vocais; quanto a ressonância, 92% das amostras as vozes se tornaram posteriores e abafadas; e na qualidade vocal foi observado piora em 20% das amostras.

Para compreender estes achados, faz-se necessária a compreensão da biomecânica nos posicionamentos de anteriorização da cabeça e de extensão cervical e sua relação com o processo de fonação.

Na posição anteriorizada de cabeça com o pescoço rígido, há hiperatividade e encurtamento bilateral do músculo esternocleidooccipitomastoideo, assim como o encurtamento bilateral dos músculos escalenos, que comprometem toda a musculatura do pescoço e cintura escapular (MARQUES, 2005). Os achados de Nelli (2006) e Koojiman et al. (2005) demonstraram que o músculo esternocleidooccipitomastoideo reflete problemas posturais e indiretamente influencia o processo de fonação. A posição anteriorizada de cabeça provoca alterações da postura da mandíbula, do osso hioide e da língua e altera as relações biomecânicas craniocervicais e craniomandibulares. Esta postura alterada é desencadeada pela ação produzida por hiperatividade dos músculos cervicais posteriores e como consequência afeta a posição de repouso mandibular. A mandíbula fica em uma posição elevada e traciona a musculatura supra-hioidea, que

consequentemente eleva a posição da laringe e favorece a emissão de sons mais agudos com o aumento do *pitch* (BRASIL; YAMASAKI; LEÃO, 2005; GOMES, 1999). Para Koojiman et al. (2005) esta postura leva ao aumento da lordose cervical que, ao mudar o posicionamento da laringe, pode influenciar negativamente o processo de fonação e o controle da regulação do *pitch*. No presente estudo o aumento do *pitch* na postura B pode ser observado na avaliação perceptivo-auditiva.

O aumento da tensão perilaringeal pela hipertonicidade dos músculos extrínsecos da laringe, na postura com a cabeça anteriorizada, tem como consequência um aumento da tensão do processo de produção da voz. Isto leva a disfunção das pregas vocais o que caracteriza a disfonia (KOOJIMAN et al., 2005; NELLI, 2006). Ao estudar indivíduos disfônicos, Koojiman et al. (2005) encontraram a postura de anteriorização da cabeça em mais de 70% dos casos. Isto justifica a piora da qualidade vocal em 20% da amostra do presente estudo. Cabe ressaltar, no entanto, que no presente estudo o indivíduo foi posicionado com anteriorização de cabeça e extensão cervical para a gravação da emissão na postura B, porém esta postura não é a natural deste indivíduo. Sendo assim, neste sujeito não houve tempo de mudanças biomecânicas suficiente para causar alterações permanentes na mucosa das pregas vocais e como consequência ocorrer a disfonia.

Além da mudança no posicionamento da laringe, a postura de anteriorização da cabeça pode aumentar o esforço inspiratório, o que contribui para um padrão ventilatório apical, com um fluxo aéreo menor. Esta mudança no fluxo aéreo modifica o padrão vibratório dos ciclos glóticos, percebido pelo aumento do *jitter*, e a qualidade do processo de produção vocal (NELLI, 2006; PASINATO; CORRÊA; PERONI, 2006), como observado nos resultados do presente estudo. A avaliação perceptivo-auditiva pode identificar a piora na qualidade vocal, na postura B, em 20% das amostras. A alteração no *jitter* não pode ser percebida pelo ouvido humano, pois ocorre em aproximadamente sete décimos de milésimos de segundos. Contudo, o aumento no *jitter* indica maior irregularidade no ciclo vibratório das pregas vocais e normalmente está associado às alterações na qualidade da voz.

O resultado da avaliação perceptivo-auditiva do presente estudo, em relação à ressonância, identificou mudanças em 92% das amostras na postura B comparadas à postura A que se tornaram posteriores e abafadas. Jones (1972) para inibir o aumento na tensão dos músculos do pescoço mudou o posicionamento da cabeça de uma cantora, a fim de alinhar a cabeça e o pescoço, durante a gravação

de uma música. Houve melhora na ressonância, tanto na avaliação perceptivo-auditiva, quanto no relato da cantora. Durante o posicionamento correto da cabeça e do pescoço o músculo esternocleidomastoideo apresenta atividade diminuída (JONES, 1972; JONES; HANSON; GRAY, 1961). Esta diminuição da sua atividade é uma condição que facilita o processo de produção vocal. Esta facilitação se dá graças ao fato de que a cabeça posicionada adequadamente diminui a tensão das estruturas da laringe e não altera o posicionamento do tracto vocal, consequentemente a voz será produzida sem esforço, com melhor qualidade vocal e sem alteração do *pitch*.

Na extensão cervical ocorre o encurtamento do grupo superficial dos extensores da cabeça e do pescoço – os músculos espinhal do pescoço e longo da cabeça – e o encurtamento do grupo profundo dos extensores da cabeça e pescoço – os músculos semiespinhal da cabeça, semiespinhal do pescoço e esplênio da cabeça. Esta posição de cabeça e pescoço leva os músculos anteriores do pescoço, tanto o grupo supra-hioideo como o infra-hioideo, a um estado de alongamento e leva os músculos suboccipitais, como o trapézio e elevador da escápula, a um estado de encurtamento (AMANTÉA et al., 2004; ARBOLEDA; FREDERICK, 2008; BOLTEZAR; JANKO; ZARGI, 1998; HÜLSE, 1991; KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995; MARQUES, 2005; PASINATO; CORRÊA; PERONI, 2006; STEMPLE et al., 1980). Estes indivíduos possivelmente terão fraqueza na musculatura anterior do pescoço com encurtamento adaptativo do grupo suboccipital. Isto implicará em mudança no formato da laringe, principalmente em um sentido de estreitamento, o que afetará negativamente a ressonância vocal (ARBOLEDA; FREDERICK, 2008), confirmando os resultados observados no presente estudo.

A extensão cervical também pode ser uma das responsáveis do aumento do *pitch*, pois da mesma forma como ocorre na anteriorização da cabeça isolada, quando a cabeça está em extensão sobre a coluna cervical tem-se uma retrusão e elevação mandibular que favorecerá a emissão de sons mais agudos (BRANCO, 2005). Neste caso, o movimento ascendente da mandíbula ocorre pela ativação dos músculos mastigatórios: masseter, temporal, pterigoideo medial e os supra-hioideos (GOMES, 1999). A elevação mandibular aumenta a atividade dos músculos supra-hioideos que tracionam a laringe para cima. Por meio de estudos eletromiográficos, Forsberg et al. (1985) encontraram, na postura de extensão da

cabeça, um aumento na atividade muscular dos infra-hioideos e supra-hioideos. Estes resultados foram atribuídos à tensão passiva dos músculos supra-hioideos que resultam em deslocamento superior do osso hioide e consequente contração dos músculos infra-hioideos para tentar manter a estabilidade e não permitir a elevação da laringe.

No estudo da postura C – postura com aumento da cifose torácica e anteriorização de cabeça – os valores encontrados, por meio da análise acústica, da F0 (130,77Hz), do *jitter* (0,72%), do *shimmer* (1,66%) e da razão harmônico-ruído (0,12) foram comparados com os valores médios encontrados na postura A (F0= 127,80Hz; *jitter*= 0,65%; *shimmer*= 1,88%; NHR= 0,12). Não foi encontrado resultado estatisticamente significativo. Na avaliação perceptivo-auditiva, o aumento do pitch, na postura C em relação à postura A, foi identificado em 60% das amostras vocais; quanto à ressonância, 88% das amostras as vozes se tornaram comprimidas; e quanto à qualidade vocal, em 20% das amostras se tornou pior em C.

Para o entendimento dos resultados da postura C é necessária uma análise aprofundada da biomecânica do aumento da cifose torácica e da anteriorização de cabeça.

A anteriorização da cabeça, já descrita na postura B, eleva o posicionamento da laringe e como consequência torna o *pitch* mais agudo e aumenta o esforço inspiratório o que piora a qualidade da voz (GOMES, 1999; KOOJIMAN et al., 2005; PASINATO; CORRÊA; PERONI, 2006).

Quanto à cifose torácica aumentada, esta é a postura na qual os indivíduos mantêm seus ombros em uma posição de enrolamento anterior, apresentam encurtamento da musculatura peitoral, assim como encurtamento adaptativo da musculatura abdominal. O encurtamento da musculatura peitoral impede que os músculos rombóides e trapézio médio reposicionem os ombros corretamente, o que impedirá que o indivíduo mantenha o alinhamento na região dos ombros (ARBOLEDA; FREDERICK, 2008; MARQUES, 2005). O músculo iliocostal torácico enfraquecido, músculo da camada média do grupo dos extensores da coluna, acentua a curva cifótica da coluna. No aumento da cifose torácica, os músculos extensores da coluna torácica e as fibras médias e inferiores do músculo trapézio estão fracos e alongados; enquanto que os músculos adutores do ombro, o músculo peitoral menor e os músculos oblíquos internos estão encurtados. Na anteriorização dos ombros, os músculos serrátil anterior, peitoral menor e as fibras

superiores do trapézio estão encurtados (KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995; MARQUES, 2005).

Devido a todos os encurtamentos adaptativos de uma postura cifótica, o volume pulmonar inspiratório estará diretamente afetado ao restringir tanto a expansão inferior do músculo diafragma quanto a expansão lateral das costelas. O fluxo de ar para o processo de fonação estará, então, comprometido e resultará em fadiga vocal e dificuldade na projeção da voz (ARBOLEDA; FREDERICK, 2008; BRUNO et al., 2007). Isto pode explicar a piora da qualidade vocal, na postura C, em 20% das amostras e a alteração na ressonância em 88% das vozes que se tornaram comprimidas, ambas encontradas na avaliação perceptivo-auditiva da voz.

Além dos resultados já discutidos neste estudo, observou-se que na comparação das posturas B e C com a postura A, na avaliação perceptivo-auditiva percebeu-se que a voz se tornou mais aguda em 56% e 60% das amostras embora o resultado para frequência fundamental não tenha sido estatisticamente significativo. Para compreender este achado correlacionou-se os valores das F0 com os semitons das notas musicais. Apesar destes valores não serem de fácil percepção ao ouvido humano, estas diferenças puderam ser percebidas na avaliação perceptivo-auditiva por se tratarem de frequências mais graves. Considerando que as frequências médias estudadas para as posturas A, B e C, respectivamente, são de 127,80Hz, 129,96Hz e 130,77Hz, nesta faixa de frequência, podemos correlacioná-las com as notas musicais si₂ (123,41Hz) e a nota dó₃ (130,81Hz). A diferença entre estas duas notas corresponde a apenas um semitom na escala musical e equivale a 7,4Hz. A diferença observada neste estudo de 2Hz entre as posturas A x B e de 3Hz entre as posturas A x C por terem sido obtidas de frequências mais graves se aproximam de meio semitom e pode ser percebido pelo ouvido humano. Uma vez que a escala musical é uma escala logarítmica, se estes mesmos valores tivessem sido analisados em frequências mais agudas eles não seriam significantes e o ouvido humano não poderia perceber tais diferenças. Em uma escala acima, ou seja, uma oitava a cima, por exemplo, a mudança de um semitom, de si₃ para dó₄, equivale a 14,69Hz, e em frequências ainda mais agudas, a mudança de si₄ para dó₅, equivale a 29,37Hz. (ANEXO D) (CANDIDO, 2009).

7 Conclusão

7 CONCLUSÃO

As influências observadas no sinal vocal do indivíduo estudado de acordo com as mudanças posturais da cabeça, pescoço e tronco superior em comparação com a postura ereta natural do sujeito foram:

i) Postura com anteriorização de cabeça e extensão cervical:

- Aumento do valor médio de *jitter*;
- Aumento do *pitch*, ou seja, voz se tornou mais aguda;
- Ressonância se tornou posterior e abafada;
- Piora na qualidade vocal.

ii) Postura com anteriorização de cabeça e aumento da cifose torácica:

- Aumento do *pitch*, ou seja, voz se tornou mais aguda;
- Ressonância se tornou comprimida;
- Piora na qualidade vocal.

Referências

REFERÊNCIAS

AMANTÉA, D.V.; NOVAES, A.P.; CAMPOLONGO, G.D.; BARROS, T.P. A importância da avaliação postural no paciente com disfunção da articulação temporomandibular. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v.12, n.3, p.155-159, jul./set., 2004.

ANDRADE, L.M.O. **Determinação dos limiares de normalidade dos parâmetros acústicos da voz**. São Carlos, 2003. 63f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos/ Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo.

ARAÚJO, S.A.; GRELLET, M.; PEREIRA, J.C.; ROSA, M.O. Normatização de medidas acústicas da voz normal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.68, n.4, p. 540-4, jul./ago., 2002.

ARBOLEDA, B.M.W.; FREDERICK, A.L. Considerations for maintenance of postural alignment for voice production. **Journal of Voice**, Estados Unidos da América, v.22, n.1, p. 90-95, jan., 2008.

BARAÚNA, M.A. et al. Avaliação do equilíbrio estático em indivíduos amputados de membros inferiores através da biofotogrametria computadorizada. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.10, n.1, p.83-90, jan./ mar., 2006.

BEHLAU, M. (organizador). **Voz: o livro do especialista**. 1 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. 348p. v.1.

BEHLAU, M. (organizador). **Voz: o livro do especialista**. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. 576p. v.2.

BEHLAU, M.; REHDER, M.I. **Higiene vocal para o canto coral**. Rio de Janeiro: Revinter, 1997. 55p.

BOLTEZAR, I.H.; JANKO, M.; ZARGI, M. Role of surface EMG in diagnostic and treatment of muscle tension dysphonia. **Acta Oto-laryngologica**, Suécia, v.118, n.5, p. 739-743, set., 1998.

BRANCO, S.M.L. **Estudo dinâmico da fonação por imagem e análise acústica computadorizada vocal em tenores**. Curitiba, 2005. 106f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Tuiuti do Paraná.

BRASIL, O.O.C.; YAMASAKI, R.; LEÃO, S.H.S. Proposta de medição da posição vertical da laringe em repouso. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.71, n.3, p. 313-317, mai./ jun., 2005

BRAZ, R.G.; GOES, F.P.D.C.; CARVALHO, G.A. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. **Fisioterapia em Movimento**, Curitiba, v.21, n.3, p. 117-126, jul./set., 2008.

BRUNO, E. et al. Voice disorders and posturography: variables to define the success of rehabilitative treatment. **Journal of Voice**, Estados Unidos da América, v. 33, n. 1, p. 71-75, nov., 2007.

CANDIDO, J. **Capítulo 2: Propriedades físicas do Som**. Disponível em: www.feb.unesp.br/jcandido/acustica/Apostila/capitulo%2002.pdf. Acesso em: 29/03/2009.

COLLINS, J. Education techniques for lifelong learning: giving a PowerPoint presentation: the art of communicating effectively. **Radiographics**, Estados Unidos da América, v.28, n.1, p. 1185-1192, jan./ fev., 2004.

DAJER, M.E. **Padrões visuais de sinais de voz através de técnica de análise não-linear**. São Carlos, 2006. 103f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos/ Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/ Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo.

DÂNGELO, J.G.; FATTINI, C.A. **Anatomia humana sistêmica e segmentar**: para o estudante de medicina. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 671p.

FELIPPE, A.C.N.; GRILLO, M.H.M.M.; GRECHI, T.H. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.72, n.5, p. 659-664, set./out., 2006.

FERNANDES, E.; MOCHIZUKI, L.; DUARTE, M.; BOJADSEN, T.W.A.; AMADIO, A.C. Estudo biomecânico sobre os métodos de avaliação postural. **Revista Brasileira de Postura e Movimento**, São Paulo, v.2, n.1, p. 5-14, 1998.

FERREIRA, E.A.G. **Postura e controle postural: desenvolvimento e aplicação de método quantitativo de avaliação postural**. São Paulo, 2005. 105f. Dissertação (Doutorado em Fisiopatologia Experimental) - Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

FERRONATO, A.; CANDOTTI, C.T.; SILVEIRA, R.P. A incidência de alterações no equilíbrio estático da cintura escapular em crianças entre 7 e 14 anos. **Rev Movimento**, Porto Alegre, v.5, n.9, p. 24-30, ago./ dez., 1998.

FORSBERG, C.M. et al. EMG activity in neck and mastigatory muscles in relation to extension and flexion of the head. **Eur J. Orthodontic**, Suécia, v.7, n.3, p. 177-184, 1985.

FREITAS, S.M.S.F.; DUARTE, M. **Métodos de análise do controle postural**. Disponível em: www.lob.incubadora.fapesp.br/portal/t/posturografia.pdf Acesso em: 05/10/2008.

GOMES, M.S.C. **A relação entre a postura da coluna cervical e o mecanismo do osso hióide**. São Paulo, 1999. 44p. Monografia (Especialização em Motricidade oral) – Centro de Especialização em Fonoaudiologia Clínica.

GRINI, M.N.; OUAKNINE, M.; GIOVANNI A. Modifications posturales et segmentaires contemporaines du forçage vocal. **Revue Laryngologie, Otologie, Rhinologie**, França, v.119, n.4, p. 253-257, maio, 1998.

HOCHMAN, B.; NAHAS, F.X.; FERREIRA, L.M. **Fotografia** aplicada na pesquisa clínico-cirúrgica. **Acta Cirurgica Brasileira** [serial online], São Paulo, v.20, n.2, p.19-25, mar./ abr., 2005.

HÜLSE, M. Cervical dysphonia. **Folia Phoniatica**, Suíça, v.43, n.4, p.181-196, 1991.

IUNES, D.H. **Análise da postura crânio-cervical em pacientes com disfunção temporomandibular**. Ribeirão Preto, 2007. 163f. Dissertação (Doutorado em Ciências Médicas) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

IUNES, D.H.; CASTRO, F.A.; SALGADO, H.S.; MOURA, I.C.; OLIVEIRA, A.S.; BEVILAQUA-GROSSI, D. Confiabilidade intra e interexaminadores e repetibilidade da avaliação postural pela fotogrametria. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.9, n.3, p. 327-334, set./ out., 2005.

JONES, F.P. Voice production as a function of head balance in singers. **The Journal of Psychology**, Estados Unidos da América, v.82, p. 209-215, nov., 1972.

JONES, F.P.; HANSON, J.A.; GRAY, F.E. Head balance and sitting posture II: the role of the sternomastoid muscle. **The Journal of Psychology**, Estados Unidos da América, v.52, p. 363-367, jul., 1961.

KENDALL, F.P.; McCREARY, E.K.; PROVANCE, P.G. **Músculos provas e funções** – com postura e dor. 4 ed. São Paulo: Manole, 1995. 453p.

KOOIJMAN, P.G.C. et al. Muscular tension and body posture in relation to voice handicap and voice quality in teachers with persitent voice complaints. **Folia Phoniatria et Logopaedica**, Suíça, v.57, n.3, p. 134-147, mai./ jun., 2005.

KYRILLOS, L.R. (organizador). **Expressividade**: da teoria à prática. 1 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. 325p.

KYRILLOS, L.R.; COTES, C.; FEIJÓ, D. **Voz e corpo na TV**: a fonoaudiologia a serviço da comunicação. 1 ed. São Paulo: Globo, 2003. 106p.

LIMA, L.C.O. et al.. Postural alterations in children with mouth breathing assessed by computerized biophotogrammetry. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v.12, n.3, p. 232-237, jul./ set., 2004.

LIMA, S.L. et al.. **Diagnóstico diferencial das lombalgias e lombociatalgias através de exame radiológico**. Disponível em: http://www.inicepg.univap.br/INIC_2005/epg/EPG4/EPG4-33_a.pdf. Acesso em: 21/12/2008.

LOPES, F.O.C. **Tratado de Fonoaudiologia**. 1 ed. São Paulo: Roca, 1997. 10926p.

MANCINI, F. **Aplicação de redes neurais artificiais na classificação de padrões posturais em crianças respiradoras bucais**. São Paulo, 2007. 94f. Dissertação (Mestrado em Informática em saúde) – Universidade federal de São Paulo.

MARQUES, A.P. **Cadeias musculares**: um programa para ensinar avaliação fisioterapêutica global. 2 ed. São Paulo: Manole, 2005. 160p.

MARQUES, R.M. **Avaliação fisioterapêutica da postura natural da cabeça e pescoço em portadores de Disfunções da Articulação Têmporo-mandibular por meio da fotometria e radiografia**. Bauru, 2003. 95f. Dissertação (Mestrado em Odontologia/ Saúde Coletiva) - Universidade do Sagrado Coração.

MASTER, S.; BIASE, N.; PEDROSA, V.; CHIARI, B.M. O espectro médio de longo termo na pesquisa e na clínica fonoaudiológica. **Pró-Fono R. Atual. Cient.**, Barueri, v.18, n.1, p.111-120, jan./ abr., 2006.

NELLI, E.A. **Estudo da Postura Corporal em Portadores de Disfonia**. Bauru, 2006. 54f. Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação) – Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais, Universidade de São Paulo.

NEMR, K.; AMAR, A.; ABRAHÃO, M.; LEITE, G.C.A.; KÖHLE, J.; SANTOS, A.O.; CORREA, L.A.C. Análise comparativa entre avaliação fonoaudiológica perceptivo-auditiva, análise acústica e laringoscopias indiretas para avaliação vocal em população com queixa vocal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, São Paulo, v.72, n.1, p 13-17, jan./fev., 2005.

NUÑES, K.L. **Configuração do tracto vocal na fonação habitual e no canto popular**. Curitiba, 2006. 37f. Dissertação (Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana) – Universidade Tuiuti do Paraná.

PAGAN, L.O.; WERTZNER, H.F. Análise acústica das consoantes líquidas do Português Brasileiro em crianças com e sem transtorno fonológico. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, São Paulo, v.12, n.2, p.106-113, abr./ jun., 2007.

PARSA, V.; JAMIERSON, D.G. Acoustic discrimination of pathological voice: sustained vowels versus continuous speech. **Journal of Speech, Language and hearing Research**. Estados Unidos da América, v.44, n.2, p. 327-339, abr., 2001.

PASINATO, F.; CORRÊA, E.C.R.; PERONI, A.B.F. Avaliação da mecânica ventilatória em indivíduos com disfunção têmporo-mandibular e assintomáticos. **Revista Brasileira de Fisioterapia**. São Carlos, v.10, n.3, p. 285-289, jul./set., 2006.

PENTEADO, R.Z. Relações entre saúde e trabalho docente: percepção de professores sobre saúde vocal. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoudiologia**, São Paulo, v.12, n.1, p. 18-22, jan./ mar., 2007.

PUTZ, R.; PABST, R. **Sobotta**: atlas de anatomia humana. 20ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 401p.

RICIERI, D.V. **Validação de um protocolo de fotogrametria computadorizada e**

quantificação angular do movimento tóraco-abdominal durante a ventilação tranqüila. Uberlândia, 2000. 140 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Centro Universitário do Triângulo.

RYAN, J.L.; STARKEY, C. **Avaliação de lesões ortopédicas e esportivas.** 1 ed. São Paulo: Manole, 2001. 564p.

SACCO, I.C.N. et al. Confiabilidade da fotogrametria em relação à goniometria para a avaliação postural de membros inferiores. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, São Carlos, v.11, n.5, p.411-417, set./ out., 2007.

SCHNEIDER, C.M.; DENNEHY, C.A.; SAXON, K.G. Exercise physiology principles applied to vocal performance: the improvement of postural alignment. **Journal of Voice**, Estados Unidos da América, v.11, n.3, p. 332-337, set., 1997.

SILVA, M.A.D.A.; FERREIRA, L.P. **Saúde vocal:** práticas fonoaudiológicas. 1 ed. São Paulo: Roca, 2002. 352p.

SMITH, L.K.; WEISS E.L.; LEHMKUHL L.D. **Cinesiologia clínica de Brunnstrom.** 5 ed. São Paulo: Manole, 1997. 538p.

STEMPLE, J.C.; WEILER, E.; WHITEHEAD, W.; KOMRAY, R. Electromyographic biofeedback training with patients exhibiting a hyperfunctional voice disorder. **The Laryngoscope**, Estados Unidos da América, v.90, n.3, p. 471-476, março, 1980.

VANZELLA, T.P.; SANTOS, I. R.; PEREIRA, J.C. Comparação dos espectros vocálicos de crianças, adultos e idosos. XV Congresso Argentino de Bioingeniería, 2005, Entre Rios/ PR. **Cuaderno de resúmenes.** Disponível em URL: http://www.herrera.unt.edu.ar/bioingenieria/sabi/cd_2005/pdf/004PS.pdf. Acesso em: 10/02/2008.

VIEIRA, E.R. **Análise da confiabilidade de equipamentos e métodos para medir o movimento de flexão anterior da coluna lombar.** São Carlos, 2002. 115 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Universidade Federal de São Carlos.

ZANG, Y.; JIANG, J.J. Acoustic analyses of sustained and running voices from patients with laryngeal pathologies. **Journal of Voice**, Estados Unidos da América, v.22, n.1, p. 1-9, jan., 2008.

ZEMLIN, W.R. **Princípios de anatomia e fisiologia em fonoaudiologia**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 624p.

ZORZETTO, N.L. **Curso de anatomia humana**. 5 ed. Bauru: Edipro, 1993. 224p.

An exos

ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado para participar da pesquisa “**Características Acústicas da Voz em Diferentes Posturas Corporais**” de autoria de **Paula Rossi Carneiro**.

Para a participação neste estudo você terá sua voz gravada em diferentes posturas corporais. Para a gravação da sua voz, na posição sentado, você deverá emitir a vogal /a/ por 2 vezes e 3 diferentes posturas de ombro e de pescoço a saber: 1) coluna, pescoço e cabeça alinhados (postura ereta); 2) coluna ereta, cabeça e pescoço para frente e 3) ombros e cabeça inclinados para frente. Estas diferentes posturas corporais foram selecionadas por serem tipicamente encontradas em diferentes profissionais da voz, como locutores de rádio e cantores. Simultaneamente à gravação da voz, todas as posturas serão fotografadas por meio de uma câmera digital. Estes procedimentos serão realizados no Laboratório de Voz da Clínica de Fonoaudiologia da FOB/USP com duração média de 10 minutos e deverão ser repetidos por 25 dias consecutivos (excluindo-se os finais de semana).

Estas gravações não oferecem desconfortos, uma vez que será feita em tom e intensidades habituais para você e respeitando seus limites na realização das posturas. Garantimos que este estudo não oferece nenhum risco a você.

A participação não trará benefício a você. No entanto, durante as gravações caso seja identificada alguma alteração na sua voz, você será orientado e encaminhado para realizar tratamento o necessário.

Informamos, ainda, que sua participação é voluntária e dela pode desistir a qualquer momento. Garantimos a segurança de que não será revelada a sua identidade e que se manterá o caráter confidencial da informação relacionada com sua privacidade.

Qualquer dúvida referente aos procedimentos e outros assuntos relacionados à pesquisa será prontamente esclarecida.

Caso você queira apresentar reclamações em relação a sua participação na pesquisa, poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, da FOB-USP, pelo endereço da Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 (sala no prédio da Biblioteca, FOB/USP) ou pelo telefone (14)3235-8356.

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr. (a)

portador da cédula de identidade _____, após leitura minuciosa das informações constantes neste **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**, devidamente explicada pelos profissionais em seus mínimos detalhes, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** concordando em participar da pesquisa proposta.

Fica claro que o sujeito da pesquisa ou seu representante legal, pode a qualquer momento retirar seu **CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO** e deixar de participar desta pesquisa e ciente de que todas as informações prestadas tornaram-se confidenciais e guardadas por força de sigilo profissional (Art. 9º do Código de Ética Odontológica ou Art. 29º do Código de Ética do Fonoaudiólogo).

Por estarem de acordo assinam o presente termo.

Bauru-SP, _____ de _____ de _____.

Assinatura do Sujeito da Pesquisa

Assinatura do Autor
Paula Rossi Carneiro

ANEXO B – Aprovação do projeto da pesquisa pelo comitê de ética em pesquisa em seres humanos

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
e-mail: mferrari@fob.usp.br

Processo nº 082/2008

Bauru, 15 de setembro de 2008.

Senhora Professora,

O projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, denominado "**Características acústicas da voz em diferentes posturas corporais**", de autoria de Paula Rossi Carneiro, que será desenvolvido sob sua orientação, foi enviado ao relator para avaliação.

Na reunião de 27 de agosto de 2008 o parecer do relator, **aprovando o projeto**, foi aceito pelo Comitê, considerando que não existem infrações éticas pendentes.

Informamos que após o envio do trabalho concluído, este Comitê enviará o parecer final, que será utilizado para publicação do trabalho.

Atenciosamente,

Profª Drª Maria Teresa Atta
Coordenadora

Profª Drª Lídia Cristina da Silva Teles
Docente do Departamento de Fonoaudiologia

ANEXO C – Protocolo para avaliação perceptivo-auditiva da voz

Dia _____	Postura 1 x Postura 2	Postura 1 x Postura 3
	<i>Estabilidade na postura 2:</i> () igual () melhor () pior	<i>Estabilidade na postura 3:</i> () igual () melhor () pior
	<i>Qualidade vocal na postura 2:</i> () igual () melhor () pior	<i>Qualidade vocal na postura 3:</i> () igual () melhor () pior
	Se pior: () rouca () soprosa () tensa () outra _____	Se pior: () rouca () soprosa () tensa () outra _____
	<i>Pitch na postura 2:</i> () igual () agudo () grave	<i>Pitch na postura 3:</i> () igual () agudo () grave
	<i>Ressonância na postura 2:</i> () melhor () igual () comprimida () hipernasal () hiponasal () posterior () abafada	<i>Ressonância na postura 3:</i> () melhor () igual () comprimida () hipernasal () hiponasal () posterior () abafada

ANEXO D – Escala musical

A escala abaixo representa um piano com as respectivas escalas musicais e seus correspondentes valores de frequência fundamental em *Hertz*.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.