CRISTIANE FERRAZ DE OLIVEIRA

**CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E VOCAIS DURANTE O
DESENVOLVIMENTO VOCAL MASCULINO NOS PERÍODOS
PRÉ, PERI E PÓS MUDA VOCAL**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em 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: Profª Drª Lídia Cristina da Silva Teles

São Carlos
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, 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

048c

Oliveira, Cristiane Ferraz de
Características biológicas e vocais durante o desenvolvimento vocal masculino nos períodos pré, peri e pós muda vocal / Cristiane Ferraz de Oliveira ; orientadora Lúcia Cristina da Silva Teles. -- São Carlos, 2007.

Dissertação (Mestrado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração 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, 2007.

1. Voz masculina. 2. Desenvolvimento vocal. 3. Muda vocal. 4. Puberdade. 5. Qualidade da voz. 6. Acústica da voz. 7. Fonetografia. I. Título.

Dedico este trabalho aos meus pais Onildo e Antonieta e aos meus irmãos Patrícia e Willy.

Agradeço a Deus por vocês existirem e não apenas por fazerem parte da minha vida, mas por vocês serem a minha vida!

Agradeço a vocês pelo amor dedicado, pelos ensinamentos eternos, pelas orações incessantes, pelas noites não dormidas, pelas lágrimas derramadas, pela amizade, compreensão, pelo companheirismo e por todo o empenho e sacrifício desde o início da minha existência até agora para que este mestrado pudesse ser realizado.

Nunca poderei retribuir!

Agradecimento Especial

*A Deus, criador e mantenedor da vida e da ciência, pelo cuidado infindo e
amor eterno inexplicável, razão maior de minha existência.*

*"How can I say thanks for the things You have done for me? [...] The
voices of a million angels could not express my gratitude. All that I am and ever hope
to be, I owe it all to Thee".*

*Andraé Crouch
(My Tribute)*

Agradecimento Especial

À minha querida orientadora, Profª Drª Lídia Cristina da Silva Teles.

Acredito que tenha sido plano Divino nossas vidas terem se encontrado neste momento. Deus sempre soube que você seria a pessoa ideal... e escolheu, especialmente para mim, uma orientadora amiga, companheira, sensível, competente... sempre alegre!

Você é um exemplo...

...pessoal e profissional... e sabe, sem qualquer esforço, tocar bem fundo o coração dos que te rodeiam.

Muito obrigada pelo carinho, pela confiança e por acreditar sempre no meu trabalho.

Hoje finalizo uma etapa tão sonhada da minha vida e serei eternamente grata a você pela oportunidade de tornar este sonho realidade!

Agradecimento Especial

Ao meu namorado Tiago, por todo o carinho, pela compreensão e pelo ombro amigo e companheiro em todos os momentos.

Agradecimento Especial

Aos Doutores da banca examinadora, Prof. José Carlos Pereira e Prof^a Eliana Maria Gradim Fabron que dedicaram-se à leitura minuciosa deste trabalho e tão sabiamente contribuíram para a finalização do mesmo.

Agradecimentos

A todos os participantes deste estudo por gentilmente terem colaborado para a realização do mesmo.

Ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia por ter aprovado este projeto e me acolhido como aluna.

De maneira especial agradeço aos docentes do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia que tiveram a árdua tarefa de tornar prazeroso o estudo de assuntos muitas vezes tão complexos para nós, profissionais da saúde.

Ao Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru por ter cedido as instalações da Clínica de Fonoaudiologia para que este trabalho pudesse ser realizado.

Aos docentes da Faculdade de Odontologia de Bauru por todos os preciosos ensinamentos deixados.

À CAPES pelo apoio financeiro durante a realização deste trabalho.

À secretária Janete Ferreira Rodrigues dos Santos, pessoa sempre prestativa e atenciosa.

À amiga e também mestranda Lara Lorca Narece, com quem dividi momentos de angústia e felicidade durante este mestrado. Obrigada pela ajuda em todos os momentos e pela alegre companhia durante as aulas e as muitas viagens a São Carlos.

Agradecimentos

Agradeço carinhosamente à Profª Drª Alcione Ghedini Brasolotto, pessoa muito especial em minha vida acadêmica e profissional e a quem serei sempre grata, às Fonoaudiólogas e amigas Simone Vianello Bastazini e Fabiani Figueiredo Magalhães, à Fonoaudióloga Daniela Maria Cury Ferreira Ruiz e ao Ms. Marcos Kenned Magalhães por terem dedicado muito do seu tempo e conhecimento, contribuindo grandemente para a finalização deste estudo.

Ao Prof. Dr. João Cândido Fernandes que tão prontamente sempre me auxiliou na compreensão da Física Acústica e na resolução das muitas dúvidas.

Um grande Mestre!

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris por ter me ensinado o pouco que sei de Bioestatística e pelo grande auxílio na análise dos resultados deste trabalho.

Ao Jamal, coordenador do Colégio COC – Bauru; ao Neto, coordenador do Colégio Liceu Noroeste – Bauru; à Márcia, fonoaudióloga do Colégio “Guedes de Azevedo”; à Ana Virgínia Borro Martins, diretora do Colégio “Guedes de Azevedo”; à Marilisa Serqueira Leite, coordenadora do “Espaço Educação Integrada” e à Marta C. B. Gaspar, pastora da Igreja do Evangelho Quadrangular – Vila Córdia. Agradeço a cada um por terem sido tão atenciosos e gentilmente terem aberto as portas dos respectivos colégios, escolas e igrejas para a divulgação do presente estudo, a fim de conseguir participantes para o mesmo.

A todos os que me ajudaram, direta ou indiretamente, durante este trabalho, deixo os meus mais sinceros agradecimentos.

"Tu criaste cada parte do meu corpo; Tu me formaste na barriga da minha mãe. [...] Tu viste quando os meus ossos estavam sendo feitos, quando eu estava sendo formado na barriga da minha mãe, crescendo ali em segredo. Tu me viste antes de eu ter nascido. Os dias que tinham sido criados para mim foram todos escritos no teu livro quando ainda nenhum deles existia."

Salmos 139:13, 15-16.

RESUMO

OLIVEIRA, C. F. de. **Características biológicas e vocais durante o desenvolvimento vocal masculino nos períodos pré, peri e pós muda vocal.** 2007. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

As grandes mudanças ocorridas na voz masculina durante a puberdade fazem com que o estudo do desenvolvimento vocal masculino normal seja bastante interessante, entretanto pouco estudado. Assim, este trabalho teve como objetivo verificar as características biológicas e vocais durante desenvolvimento vocal masculino nos períodos pré, peri e pós muda vocal. Participaram deste estudo 85 indivíduos do sexo masculino, com idades entre 8 e 18 anos ($\bar{X}=14$ anos ± 32 meses), divididos de acordo com o desenvolvimento vocal nos grupos "pré-muda", "muda", "final muda" e "pós-muda". Foram realizadas entrevista, medida de estatura e peso, auto-avaliação da maturação sexual, avaliação perceptivo-auditiva da voz falada (escala GIRBAS), medidas da frequência fundamental habitual e fonetografia computadorizada. Com os resultados observou-se durante o desenvolvimento vocal: aumento significativo da estatura e do peso; desenvolvimento gradativo dos genitais e dos pêlos pubianos, axilares e faciais; pequena porcentagem de alteração vocal discreta em todos os grupos, sendo maior no período da muda vocal ("muda" e "final muda"); diminuição significativa da frequência fundamental habitual em aproximadamente uma oitava; diminuição significativa das frequências mínima e máxima da fonetografia (11st e 7st respectivamente); aumento significativo da extensão vocal e deslocamento desta em direção às frequências mais graves; ocorrência significativa de quebras de frequência, durante fonetografia, no período da muda vocal; não houve mudança significativa das intensidades mínima e máxima da fonetografia; não houve mudança significativa da extensão dinâmica máxima, mas observou-se o seu deslocamento em direção às frequências mais graves; houve aumento não significativo na área do fonetograma. As mudanças mais notáveis na fonetografia ocorreram durante o período da muda vocal, entre os grupos "muda" e "final muda".

Palavras-chave: Desenvolvimento vocal. Muda vocal. Puberdade. Qualidade da voz. Acústica da voz. Fonetografia.

ABSTRACT

OLIVEIRA, C. F. de. **Biological and vocal characteristics during vocal male development in vocal premutation, mutation and postmutation.** 2007. 193 f. Dissertation (Master's Degree) - Programa de Pós-Graduação Interunidades em Bioengenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

The great changes that occur in male's voice during puberty make the study of normal vocal male development a very interesting subject, however not much studied. In this manner, the aim of this study was to verify biological and vocal characteristics during vocal male development in vocal premutation, mutation, and postmutation. Eighty-five male subjects with ages ranging between 8 and 18 years ($\bar{X}=14$ years ± 32 months) participated in this study. They were divided in 4 groups, according to their vocal development, such as: "premutation", "mutation", "end of mutation" and "postmutation". All the subjects have undergone an interview, a stature and weight measurement, a self-assessment of sexual maturation, a perceptive assessment of speaking voice (GIRBAS scale), measurements of habitual fundamental frequency, and computerized phonetography. The results have shown that during vocal development there was a significant increase of stature and weight; a gradual development of genitals and pubic, axillary and facial hair; a small percentage of vocal dysfonia for all groups specially during vocal mutation (groups "mutation" and "end of mutation"); a significant decrease of habitual fundamental frequency (approximately one octave). With regard to phonetography there was a significant decrease of minimum and maximum frequencies of phonetography (11st and 7st respectively); a significant increase of vocal range mainly toward lower frequencies; a significant occurrence of voice breaks, during phonetography, in vocal mutation. There was no significant change of minimum and maximum intensities; no significant change of maximum dynamic range, but it was dislocated toward lower frequencies; and a non significant increase of the phonetogram area. The most observed changes in phonetography occurred during vocal mutation, between the groups "mutation" and "end of mutation".

Keywords: Vocal development. Vocal mutation. Puberty. Voice quality.
Acoustics of voice. Phonetography.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Telas do programa *MDVP (KAY Elemetrics)* após a análise da frequência fundamental habitual **(a)** da vogal /a/ sustentada e **(b)** da fala encadeada. Em **(a)** e **(b)** observam-se destacadas as janelas referentes ao sinal de áudio (janela A) e ao histograma de frequência (janela E).....98
- Figura 2 - Telas do programa *MDVP (KAY Elemetrics)* mostrando os valores da frequência fundamental (F_0) habitual, expressos em Hertz, **(a)** da vogal /a/ sustentada e **(b)** da fala encadeada.....99
- Figura 3 - Teclado apresentado na tela do programa *Voice Range Profile (KAY Elemetrics)* mostrando a numeração das oitavas da escala Americana e do VRP.....101
- Figura 4 - Fonetograma em branco, obtido ao abrir o programa *Voice Range Profile* da *KAY Elemetrics*, mostrando: **(a)** a extensão de frequências em notas musicais e em Hertz (Hz) na abscissa e **(b)** a extensão de intensidades em decibel (dB) na ordenada.....102
- Figura 5 - Fonetograma de um dos indivíduos da amostra ilustrando: **(a)** frequência mínima; **(b)** frequência máxima e **(c)** extensão vocal; **(d)** intensidade mínima, **(e)** intensidade máxima e **(f)** extensão dinâmica de uma das notas da extensão vocal. O cursor vermelho indica a frequência mínima da extensão vocal e sua intensidade máxima. O valor da frequência, expresso em Hertz e nota musical e o valor da intensidade, em decibel, podem ser observados na parte inferior da tela do programa (retângulo vermelho).....103
- Figura 6 - Fonetograma de um dos participantes deste estudo gerado pelo programa FonetoBD (MAGALHÃES, 2004). A figura mostra as curvas superior (linha vermelha) e inferior (linha verde) do fonetograma, sendo que a área compreendida entre as duas curvas representa a área do fonetograma.....104
- Figura 7 - Representação, em relação à escala musical, dos valores mínimo e máximo, média e desvio padrão das frequências mínima e máxima da fonetografia para os grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....135
- Figura 8 - Representação das extensões vocais médias dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda” em relação à escala musical.....136
- Figura 9 - Comparação dos fonetogramas representativos dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....143

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 - Idades mínima, máxima e média, expressas em anos, desvio padrão da idade, expresso em meses, e resultados da ANOVA e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre as médias dos grupos.....112
- Gráfico 2 - Porcentagem de ocorrência da auto-imagem vocal positiva e negativa nos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....113
- Gráfico 3 - Distribuição da amostra quanto ao relato de constrangimento devido à muda vocal.....114
- Gráfico 4 - Porcentagem de ocorrência do relato de auto-imagem vocal com relação à presença ou ausência de constrangimento durante a muda vocal.....115
- Gráfico 5 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão do peso, expressos em quilograma (kg), e resultados da ANOVA e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre as médias dos grupos.....116
- Gráfico 6 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da estatura, expressos em metros (m), e resultados da ANOVA e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre as médias dos grupos.....117
- Gráfico 7 - Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto ao estágio de desenvolvimento dos genitais dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....119
- Gráfico 8 - Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto ao estágio de desenvolvimento dos pêlos pubianos dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....121
- Gráfico 9 - Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto à presença e ausência de pêlos axilares dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....123
- Gráfico 10 - Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto à presença e ausência de pêlos faciais dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....124

LISTA DE GRÁFICOS (continuação)

- Gráfico 11 - Porcentagem de ocorrência do grau de alteração vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....125
- Gráfico 12 - Porcentagem de ocorrência de instabilidade vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....126
- Gráfico 13 - Porcentagem de ocorrência de rugosidade vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....127
- Gráfico 14 - Porcentagem de ocorrência de soprosidade vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....128
- Gráfico 15 - Distribuição da amostra quanto à tensão vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....129
- Gráfico 16 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da frequência fundamental habitual da vogal /a/ sustentada, expressos em Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.....131
- Gráfico 17 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão frequência fundamental habitual da conversa espontânea, expressos em Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.....131
- Gráfico 18 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da extensão vocal (EV) obtida pela fonetografia, expressos em número de semitons (st), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.....136
- Gráfico 19 - Distribuição dos indivíduos dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda” quanto à ocorrência de quebra de frequência durante a realização da fonetografia.....137
- Gráfico 20 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da intensidade mínima da fonetografia, expressos em decibel (dB).....138

LISTA DE GRÁFICOS (continuação)

Gráfico 21 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da intensidade máxima da fonetografia, expressos em decibel (dB).....	139
Gráfico 22 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da extensão dinâmica máxima (EDM) da fonetografia, expressos em decibel (dB).....	140
Gráfico 23 - Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da área do fonetograma, expressos em cm ² , dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....	141

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tabela de conversão das frequências (Hz) em semitons e notas musicais do <i>Voice Range Profile</i> (VRP) e da Escala Americana.....	107
Tabela 2 -	Valores mínimo e máximo, média e desvio padrão da frequência mínima da fonetografia, expressos em semitom (st), nota musical e Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....	133
Tabela 3 -	Valores mínimo e máximo, média e desvio padrão da frequência máxima da fonetografia, expressos em semitom (st) nota musical e Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.....	134

LISTA DE FÓRMULAS

Formula 1	Cálculo da Frequência Fundamental Habitual	97
Formula 2	Cálculo da Extensão Vocal	105
Formula 3	Conversão de Hertz para Semitom	106
Formula 4	Cálculo da Extensão Dinâmica	108
Formula 5	Cálculo da Área do Fonetograma	108

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	22
2 OBJETIVO	25
3 REVISÃO DA LITERATURA	27
3.1 MUDA VOCAL MASCULINA	27
3.2 MATURAÇÃO BIOLÓGICA	37
3.2.1 <i>CLASSIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SEXUAL MASCULINO</i>	39
3.2.2 <i>DESENVOLVIMENTO DOS CARACTERES SEXUAIS MASCULINOS</i>	41
3.2.3 <i>RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO VOCAL E DESENVOLVIMENTO SEXUAL MASCULINO</i>	44
3.2.4 <i>AUTO-AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL</i>	47
3.2.5 <i>MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO</i>	52
3.3 AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ – ESCALAS GRBAS E GIRBAS	55
3.4 AVALIAÇÃO ACÚSTICA DA VOZ	59
3.4.1 <i>FREQÜÊNCIA FUNDAMENTAL HABITUAL</i>	59
3.4.2 <i>FONETOGRRAFIA</i>	63
3.4.2.1 <i>Fonetografia em Crianças e Adolescentes</i>	69
3.4.2.2 <i>Fonetografia em Adultos</i>	76
4 MATERIAL E MÉTODO	85
4.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	85
4.2 CASUÍSTICA	86

4.3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS	88
4.3.1 ENTREVISTA	89
4.3.2 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA	89
4.3.2.1 Medidas Antropométricas	90
4.3.2.2 Avaliação da Maturação Sexual	90
4.3.2.2.1 <i>Auto-avaliação do desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos</i>	90
4.3.2.2.2 <i>Auto-avaliação da presença de pêlos axilares e pêlos faciais</i>	93
4.3.3 AVALIAÇÃO VOCAL	94
4.3.3.1 Gravação Digital da Voz	94
4.3.3.2 Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz Falada	95
4.3.3.3 Medidas da Frequência Fundamental Habitual	96
4.3.3.4 Fonetografia Computadorizada	100
4.3.3.4.1 <i>Medidas analisadas</i>	105
4.3.3.4.1.1 <i>Medidas da Frequência</i>	105
4.3.3.4.1.2 <i>Medidas da Intensidade</i>	107
4.3.3.4.1.3 <i>Área do Fonetograma</i>	108
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS	109
5 RESULTADOS	111
5.1 ENTREVISTA	113
5.2 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA	116
5.2.1 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS	116
5.2.1.1 Peso	116
5.2.1.2 Estatura	117
5.2.2. AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL	119

5.2.2.1 <i>Auto-avaliação do Desenvolvimento dos Genitais e dos Pêlos</i>	
<i>Pubianos</i>	119
5.2.2.2 <i>Auto-avaliação da Presença de Pêlos Axilares e Pêlos Faciais</i>	123
5.3 AVALIAÇÃO VOCAL	125
5.3.1 AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ	125
5.3.2 MEDIDAS DA FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL HABITUAL	130
5.3.3 FONETOGRRAFIA COMPUTADORIZADA	132
5.3.3.1 <i>Medidas da Frequência</i>	133
5.3.3.1.1 <i>Frequência Mínima da Fonetografia</i>	133
5.3.3.1.2 <i>Frequência Máxima da Fonetografia</i>	134
5.3.3.1.3 <i>Extensão Vocal</i>	135
5.3.3.2 <i>Medidas da Intensidade</i>	138
5.3.3.2.1 <i>Intensidade Mínima da Fonetografia</i>	138
5.3.3.2.2 <i>Intensidade Máxima da Fonetografia</i>	139
5.3.3.2.3 <i>Extensão Dinâmica Máxima</i>	140
5.3.3.3 <i>Área do Fonetograma</i>	141
5.3.3.4 <i>Comparação Entre os Fonetogramas Representativos dos Grupos</i>	
<i>Estudados</i>	142
6 DISCUSSÃO	145
7 CONCLUSÃO	172
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	176
ANEXO	185
APÊNDICES	187

1 INTRODUÇÃO

---

1 INTRODUÇÃO

A voz é o som produzido pelas pregas vocais através de um complexo mecanismo envolvendo estruturas nervosas, músculos e diversos órgãos do corpo humano. Este som é modificado e amplificado pelas cavidades de ressonância do trato vocal por meio de fenômenos físicos e torna-se único em cada ser humano. Mais que isto, a voz é a expressão direta dos sentimentos e um meio de transmitir pensamentos, caracterizando-se também como uma das mais fortes extensões da personalidade.

O desenvolvimento da voz acompanha os desenvolvimentos físico, psicológico e social do indivíduo. As mudanças vocais mais notáveis ocorrem durante a puberdade e a menopausa quando, devido às alterações hormonais, a laringe sofre as alterações mais importantes.

A puberdade é considerada o período da adolescência em que o organismo passa por diversas mudanças morfológicas e fisiológicas a fim de que o ser humano atinja sua capacidade de procriação. É durante essa importante fase que ocorre o desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários (seios, pênis e testículos, pêlos pubianos, pêlos axilares, pêlos faciais e modificações na voz, uma vez que a laringe sofre ação direta da testosterona).

Devido às alterações hormonais deste período a laringe, anteriormente infantil, desenvolve-se e atinge as proporções de uma laringe adulta. Funcionalmente, é necessária uma adaptação às novas condições anatômicas do trato vocal e principalmente da laringe, provocando um período de desequilíbrio denominado muda vocal.

A muda vocal masculina é uma fase de grandes mudanças caracterizada pelo descontrole muscular durante a produção vocal e pela queda acentuada da frequência fundamental. A voz, antes infantil, se desestabiliza, perde sua qualidade, tornando-se momentaneamente restrita e instável, para então atingir a maturidade plena. As características vocais acima citadas são conseqüências do desenvolvimento, não apenas laríngeo, mas também de todo o organismo, que passa do estágio de vida infantil para o estágio adulto, cuja principal característica é sua capacidade de reprodução e perpetuação da espécie.

A necessidade de avaliações vocais que forneçam dados cada vez mais concretos e objetivos tem feito com que a análise acústica da voz torne-se amplamente utilizada, não apenas para fins didáticos e científicos, mas também no ambiente clínico.

Dentre os diversos tipos de avaliação acústica está a Fonetografia, método que avalia a relação da frequência e da intensidade. Este exame é capaz de traçar um gráfico, o fonetograma, que mostra o nível de pressão sonora para as mais intensas e mais suaves fonações por toda a extensão vocal. Dessa forma, a Fonetografia é uma ferramenta muito útil na avaliação vocal, uma vez que, além da sua inegável utilidade na classificação vocal de um cantor, permite acompanhar os efeitos da terapia vocal sobre a voz e também o desenvolvimento vocal desde a infância até a velhice.

2 OBJETIVO

---

2 OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo verificar as características biológicas e vocais durante desenvolvimento vocal masculino nos períodos pré, peri e pós muda vocal.

3 REVISÃO DA LITERATURA

---

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 MUDA VOCAL MASCULINA

A muda vocal fisiológica masculina ou muda vocal masculina é o período de alteração da voz na adolescência (durante a puberdade), quando ocorre um crescimento corporal mais acentuado nos rapazes que, associado à ação de novos níveis hormonais, transforma a laringe infantil em adulta, com um conseqüente impacto vocal (BEHLAU, 1991). A mudança vocal durante a puberdade é um dos marcos mais importantes da passagem da infância à idade adulta, principalmente para os meninos. Para Kahane (1996), essa mudança vocal é uma resposta fisiológica, produto de vários fatores do desenvolvimento, como questões genéticas, fatores hormonais relacionados à estatura corporal e propriedades biomecânicas das diferentes camadas e estruturas das pregas vocais.

Durante a puberdade ocorrem diversas modificações anatômicas e vocais que caracterizam a muda vocal masculina. Neste capítulo, serão apresentados autores que escreveram sobre a muda vocal, as características da voz nesse período, o crescimento da laringe e as demais mudanças pertinentes ao desenvolvimento vocal no período da puberdade.

Segundo Behlau (1991), a mudança da voz na puberdade é apenas um aspecto das alterações globais que ocorrem durante este período, sendo observado ainda o desenvolvimento dos testículos, o aumento da estatura física, o aumento da laringe e das pregas vocais e o crescimento dos pêlos pubianos e do pênis.

Em sua investigação sobre a muda vocal masculina, Curry (1946) reuniu textos de diversos autores, do ano de 1861 até 1945, e concluiu que a mudança vocal é caracterizada perceptivamente pela perda de controle e instabilidade vocais; pelas quebras de frequência, que apresentam extensão de uma oitava, e por sintomas, incluindo a rugosidade, que precedem a mudança de *pitch*. Também relatou que a idade média de ocorrência da muda vocal relatada na literatura foi de aproximadamente 14 anos; que o aumento da laringe ocorre, geralmente, ao mesmo tempo que a muda vocal e que estudos objetivos têm relacionado a mudança vocal ao desenvolvimento pubiano e às medidas antropométricas e esqueléticas.

Sobre o período da muda vocal, Aronson (1990) afirmou que a laringe de meninos e meninas apresenta um tamanho bastante semelhante até a puberdade, quando seu aumento faz com que ambas se diferenciem, principalmente no sentido ântero-posterior. A porção membranosa das pregas vocais masculinas apresenta um aumento de 4 a 8 mm de comprimento durante a puberdade, passando para, aproximadamente, 11,5 até 16 mm na idade adulta. No sexo masculino o ângulo da lâmina da cartilagem tireóidea diminui até atingir os 90 graus, a laringe atinge uma posição mais baixa no pescoço, o pescoço se alonga e, devido ao aumento do tórax, ocorre um aumento mais evidente da capacidade vital. Em países de clima temperado, o início da puberdade ocorre por volta dos 13 a 15 anos nos meninos.

Nos países de clima equatorial seu início ocorre de um a dois anos mais cedo, enquanto perto dos pólos pode ocorrer um ano mais tarde. Já o término da muda vocal em meninos é esperado por volta de 14 e 15 anos. Da mesma forma que a laringe, a voz de meninos e meninas se diferencia em relação à frequência durante a puberdade. As mudanças vocais ocorrem paralelamente ao desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários e são mais marcantes no sexo masculino, devido à grande queda da frequência fundamental nos meninos. O autor afirmou que durante a muda vocal, a voz apresenta qualidade vocal rugosa, instabilidade de frequência e quebras de frequência que podem ter a extensão de uma oitava, tanto para os tons agudos como para os graves. Apesar de oscilar em torno de um a dois tons, a voz tende aos tons graves, podendo diminuir aproximadamente uma oitava. Com o tempo os tons agudos passam a ser menos estáveis, enquanto os tons mais graves se estabilizam.

Segundo Kahane (1982), o aumento do tamanho das cartilagens laríngeas é acompanhado pelo aumento do peso destas, que é de duas a três vezes maior para o sexo masculino que para o sexo feminino. Aproximadamente metade do aumento total do peso das cartilagens laríngeas ocorre entre os períodos pré-pubertário e pubertário. Entre esses mesmos períodos as pregas vocais masculinas crescem 63% atingindo o comprimento de 11,56 mm e as femininas crescem 34%, atingindo aproximadamente 4,18 mm. Quantitativamente as cartilagens laríngeas e o comprimento das pregas vocais crescem mais nos indivíduos do sexo masculino em relação aos indivíduos do sexo feminino. O autor também afirma que as flutuações e quebras de frequência que ocorrem durante a muda vocal podem ser resultado, em

parte, da diminuição do controle da tensão longitudinal das pregas vocais, regulada pelo músculo cricotireóideo.

Confirmando os estudos anteriores, Behlau (1991) afirmou que durante a puberdade ocorre o crescimento da laringe, principalmente na direção ântero-posterior, o que indica pregas vocais de maior comprimento e cartilagem tireóidea com ângulo de 90 graus. Nesse período ocorre também o crescimento das cavidades de ressonância, da traquéia e dos pulmões. O pescoço alonga-se, a laringe desce, o tórax alarga-se e a capacidade vital aumenta. Pode-se observar também pregas vocais edemaciadas, com alterações vasomotoras e hipotonia muscular.

Greene e Mathieson (1992) relataram que dos 10 aos 14 anos de idade ocorre um súbito aumento na taxa de crescimento das crianças e no tamanho da laringe devido às mudanças hormonais, sendo que o período da muda pode se completar aos 14 anos nos meninos e aos 15 anos nas meninas. Entretanto, o período de muda da voz cantada é muito mais demorado que o da voz falada. Durante a adolescência a frequência fundamental diminui, aproximadamente uma oitava, devido ao crescimento rápido da laringe; as pregas vocais dobram seu comprimento, podendo variar de 17mm (em indivíduos com voz aguda) a 23mm (em indivíduos com voz grave); o ângulo da cartilagem tireóidea diminui, desenvolvendo o pomo-de-adão e a diferenciação das camadas da lâmina própria se completa por volta dos 16 anos, sendo que esta diferenciação também é um fator significativo na muda vocal. Os autores também afirmaram que as quebras de frequência são características do período de muda vocal e podem ocorrer tanto para os tons agudos

como para os graves, devido à falta de controle da musculatura laríngea, associada ao crescimento corporal.

Kahane (1996) afirmou que durante a puberdade a laringe passa a ocupar uma posição mais baixa no pescoço e ocorre o crescimento da cartilagem tireóidea no sentido antero-posterior e o aumento da sua altura anterior, acentuando assim a proeminência laríngea. É nesse período que as pregas vocais aumentam seu comprimento e atingem o tamanho adulto.

Segundo Costa e Silva (1998), dos 8 aos 10 anos a voz apresenta uma extensão vocal de mais de uma oitava e meia, aproximadamente entre 200 e 500 Hz. Durante a puberdade, as alterações hormonais exercem uma maior influência sobre o desenvolvimento laríngeo, principalmente nos meninos, promovendo modificações anatômicas como: crescimento da laringe, sendo que o crescimento vertical e ântero-posterior desta são maiores que seu crescimento em largura; crescimento e aumento de volume das pregas vocais; a laringe apresenta-se edemaciada e hiperemiada devido à grande atividade hormonal e vascular na região e pode-se observar freqüentemente a presença de fenda glótica posterior. Em relação aos parâmetros vocais durante a puberdade, os autores afirmaram que a voz dos meninos fica mais fraca, rouca, com freqüentes quebras de sonoridade e saltos de freqüência devido à perda do controle da musculatura utilizada na fala e a extensão vocal fica uma oitava mais grave; a fala insegura é uma das principais características da puberdade. O processo de muda vocal dura de 3 a 8 meses e seu início pode ser tardio em adolescentes de países de clima temperado

(aproximadamente aos 12 ou 13 anos) e ocorrer um ou dois anos mais cedo em adolescentes de países tropicais.

Le Huche e Allali (1999) afirmaram que durante o período da puberdade as pregas vocais crescem rapidamente no sexo masculino e, em poucos meses, atingem dimensões adultas, entre 16mm e 23mm de comprimento. Ao mesmo tempo, também nos meninos, o ângulo anterior da cartilagem tireóidea diminui para aproximadamente 90 graus.

Segundo Behlau, Azevedo e Pontes (2001), o desenvolvimento laríngeo e vocal ocorre de forma intensa e contínua desde o nascimento, sendo que as transformações sofridas pelo aparelho fonador são facilmente percebidas na voz. Afirmaram que o desenvolvimento vocal acompanha e representa o desenvolvimento físico, psicológico e social do indivíduo. Para os autores, a puberdade é o período entre a infância e a idade adulta, quando se estabelecem as características vocais de diferenciação sexual. Até a puberdade, a laringe de meninos e meninas é bastante semelhante, tornando muitas vezes difícil a discriminação do sexo do falante. Durante a adolescência, o crescimento constante e não-homogêneo da laringe, que acompanha o crescimento corporal, associado às alterações hormonais ocorridas transformam a laringe, anteriormente infantil, em uma laringe adulta, trazendo como consequência mudanças vocais e desequilíbrios decorrentes da adaptação às novas características anatômicas. Esse período de adaptação é chamado de mutação fisiológica ou muda vocal, e é mais acentuado em indivíduos do sexo masculino. Em relação aos homens, a laringe cresce principalmente no sentido ântero-posterior e passa a ocupar um lugar mais baixo no pescoço, que se

alonga; as pregas vocais podem alongar-se em até 1cm e podem apresentar edema, bordas irregulares e alterações vasomotoras; as cavidades de ressonância, a traquéia e os pulmões também crescem e ocorre o aumento da capacidade vital respiratória. A muda vocal ocorre por volta dos 13 aos 15 anos nos homens e pode durar de alguns meses a um ano. Nos meninos, a voz torna-se levemente rouca, instável, com muitas flutuações, tendendo aos sons graves, uma vez que ocorre a diminuição da frequência fundamental em aproximadamente uma oitava, com maior estabilidade nos graves e uma menor presença de sons agudos.

Segundo Gutiérrez (2003), a etapa de puberdade e adolescência vai dos 10 aos 17 anos. É durante essa etapa que a voz infantil transforma-se em uma voz adulta, sendo que esta última se instaura por volta dos 18 anos de idade. No início da muda vocal, a extensão vocal aumenta rapidamente em direção aos tons graves e ocorre o aumento da intensidade. As mudanças anatômicas ocorridas nesta etapa fazem com que haja uma diminuição de uma oitava da frequência fundamental, ficando por volta de 110 Hz.

De acordo com Behlau, Rehder e Valente (2005) é durante a puberdade que os caracteres sexuais aparecem, desenvolvem-se e quando se dá o início da fertilidade. Tais eventos ocorrem devido às alterações hormonais e têm como finalidade capacitar o indivíduo para a procriação. Dentre os caracteres sexuais secundários masculinos que sofrem ação direta da testosterona secretada pelos testículos, podemos destacar as modificações na laringe. É devido à ação desse hormônio que ocorre o crescimento da laringe, a diminuição da frequência

fundamental e o aumento da massa muscular, responsáveis pela ocorrência da muda vocal fisiológica.

Para Fuchs et al. (2006), durante a puberdade a voz apresenta três períodos distintos: pré-muda, muda e pós-muda vocais. A muda vocal é um período específico de instabilidade vocal, sendo que as características vocais típicas deste período são uma extensão vocal restrita e a mudança da qualidade vocal devido ao aumento da rugosidade. Assim, esse período é acompanhado de uma diminuição da eficiência vocal, causada pelo crescimento rápido da laringe e das pregas vocais em função do controle endócrino da testosterona e dos hormônios de crescimento. Nos garotos, as pregas vocais alongam-se até 10mm e a frequência fundamental cai aproximadamente uma oitava, fazendo com que o aparelho vocal torne-se mais sensível.

Boltezar, Burger e Zargi (1997) afirmaram que durante a adolescência e a puberdade a taxa de crescimento de todos os órgãos responsáveis pela fala aumenta repentinamente. Ocorre o rápido crescimento das estruturas anatômicas e, em seguida, os nervos periféricos aferentes e eferentes controlam a adaptação gradual à nova situação anatômica. Nos meninos, a massa do músculo tireoaritenóideo aumenta e a porção membranosa das pregas vocais pode dobrar de tamanho até atingir a idade adulta. Dessa forma as autoras acreditam que a instabilidade vocal (principalmente de frequência) presente durante a adolescência deve-se ao rápido crescimento do aparelho fonador, seguido pela adaptação gradual do controle nervoso destes órgãos. Durante a adolescência ocorre o crescimento do sistema respiratório, que também necessita de um período de adaptação gradual à

nova condição. Em seu estudo as autoras realizaram a avaliação acústica em 51 adolescentes (22 do sexo masculino e 29 do sexo feminino de 10 a 17 anos) com voz normal e disfônicos, a fim de identificar as principais características da voz do adolescente e determinar qual dessas características podem distinguir uma patologia vocal da variação normal da voz em desenvolvimento. Foi realizada a análise acústica da vogal /a/ utilizando-se o programa MDVP (Kay Elemetrics). A frequência fundamental obtida para indivíduos com voz normal e disfônicos variou de 102 - 285Hz para o sexo masculino e de 128 - 479Hz para o sexo feminino. As autoras encontraram que nenhuma das variáveis analisadas (frequência fundamental, variabilidade da frequência e da amplitude e presença de ruído) pôde distinguir a variação normal da voz em desenvolvimento da presença de patologia vocal. Observaram que a principal característica da voz adolescente é a instabilidade, especificamente de frequência, além de que as vozes femininas são mais estáveis e provavelmente atinjam a maturidade mais cedo em relação às vozes masculinas.

A puberdade é um período de mudanças, não apenas físicas, mas também psicoemocionais. Nessa fase, quando o sentimento de aceitação por um determinado grupo (amigos, colegas de escola, familiares) exerce um peso muito grande sobre o adolescente, as diversas mudanças vocais como a instabilidade e as constantes quebras de frequência, pertinentes a esta fase da vida, podem acarretar um impacto negativo sobre os indivíduos em muda vocal, muitas vezes conseqüência da reação de outros frente a essas mudanças. Dessa forma, alguns autores procuraram investigar qual o impacto das características vocais do período da muda, sobre esses indivíduos.

Em seu estudo Pedrey (1945) avaliou 1.014 meninos com idade entre 11 e 15 anos a fim de investigar a relação entre o estágio de maturação vocal, as quebras de frequência, o desenvolvimento dos pêlos pubianos e a idade. Além disso, investigou também o número de meninos que apresentaram, alguma vez, quebra de frequência e os efeitos dessas quebras no comportamento dos meninos. O autor observou que meninos em todas as idades pesquisadas relataram ter apresentado quebras de frequência, sendo que destes, 47% relataram ter passado por algum momento embaraçoso devido a essas quebras.

Behlau e Pontes (1992) afirmaram que apesar de todos os desequilíbrios vocais gerados durante a fase da muda vocal, a maioria dos adolescentes enfrenta esse período de mudança sem queixas vocais e sem sentimentos negativos em relação à voz.

Gil et al. (1994) estudaram a memória da muda vocal por meio da aplicação de um questionário a 400 homens adultos. O questionário continha 12 questões relacionadas à muda vocal e às características vocais atuais dos participantes. As questões envolviam ocorrência da muda, duração, tipo de alterações vocais durante esse período, sentimentos e comportamentos associados, reações de outros indivíduos, artifícios para mascarar a muda, atitudes tomadas frente às manifestações vocais e julgamento sobre a correspondência voz e idade, tipo físico, personalidade e atividade exercida pelo entrevistado. Os resultados indicaram que os homens lembraram da muda vocal, cujas alterações mais comumente observadas foram voz instável, desafinada e grossa; não tinham sentimentos negativos relacionados a esse período; não perceberam reações

negativas do interlocutor; não usaram artifícios para mascarar a muda vocal; não procuraram atendimento especializado nesse período e relataram acreditar que sua voz corresponde ao seu sexo, idade, tipo físico e atividade profissional desenvolvida.

Polido et al. (2001) afirmaram que a muda vocal masculina é um processo fisiológico que ocorre por volta dos 13 aos 15 anos de idade, sendo que a maioria dos meninos passa por esse período sem qualquer queixa. Entretanto, para alguns indivíduos a muda vocal não é um processo tão natural, o que pode levar à ocorrência da desordem mais comum da muda, o falsete mutacional. Em seu estudo, os autores propuseram tratamento fonoterápico para 3 indivíduos e tratamento cirúrgico (tireoplastia tipo III) seguido de fonoterapia para 2 indivíduos em falsete mutacional, com idades entre 15 e 35 anos ($\bar{X}=25$ anos). A queixa dos indivíduos era de voz fina, semelhante à voz feminina. Os resultados mostraram diminuição da frequência fundamental, agravamento do *pitch* e adequação da *loudness*, sendo que os indivíduos mais jovens apresentaram resultados melhores com fonoterapia e os indivíduos mais velhos necessitaram também de cirurgia. Os autores concluíram que ambos os tratamentos apresentaram resultados significativos nos casos de falsete mutacional.

3.2 MATURAÇÃO BIOLÓGICA

Como os eventos que caracterizam a maturação biológica podem ocorrer em idades diferentes, mesmo para indivíduos do mesmo sexo, a idade cronológica não tem se mostrado um índice fidedigno de determinação da maturação. Dessa

forma, utilizam-se outros indicadores de maturação, permitindo uma melhor classificação do desenvolvimento biológico do indivíduo.

Para determinar a maturação biológica têm-se utilizado mais comumente os índices: maturação somática, por meio das medidas antropométricas (peso e estatura); maturação óssea, por meio de radiografia e maturação sexual, por meio da avaliação do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários, dos perfis hormonais e da idade da menarca nas mulheres. Entretanto, a maioria dos estudos sobre maturação baseia-se na avaliação dos caracteres sexuais secundários que, embora não seja um procedimento invasivo, é bastante constrangedor para o indivíduo avaliado.

Santos e Behlau (2006) afirmaram que a adolescência, período compreendido entre os 12 e 18 anos, é influenciada pelo ambiente familiar, social e cultural. Assim, nessa fase da vida situada entre a infância e a idade adulta, os fatores biológicos são somados aos determinantes socioculturais do ambiente em que o adolescente está inserido.

Segundo Marques, Marcondes e Berquó (1982), a adolescência, fase de transição entre a infância e a idade adulta, é caracterizada por profundas transformações biológicas e psicossociais. É durante a adolescência que o processo de crescimento e desenvolvimento, iniciado na vida intra-uterina, se completa. Os autores afirmaram que um dos aspectos biológicos mais proeminentes da adolescência é a maturação sexual, que engloba o crescimento e desenvolvimento das gônadas, dos órgãos reprodutores e dos caracteres sexuais secundários. A maturação sexual ocorre geralmente dentro de uma seqüência constante para cada

sexo e apresenta-se mais cedo no sexo feminino, para um mesmo grupo populacional.

3.2.1 **CLASSIFICAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO SEXUAL MASCULINO**

A classificação dos estágios do desenvolvimento sexual masculino mais utilizada pela literatura é a proposta por Tanner em 1962. A partir dela alguns autores elaboraram também classificações quanto ao período do desenvolvimento pubertário, a fim auxiliar na avaliação da maturação sexual.

Tanner (1962) propôs os seguintes critérios de classificação dos estágios de desenvolvimento sexual masculino^a: para o desenvolvimento dos genitais foram descritos Estágio G1 - pré-adolescência. Testículos, escroto e pênis são aproximadamente do mesmo tamanho e mesma proporção como na primeira infância; Estágio G2 - aumento do escroto e dos testículos. A pele do escroto torna-se avermelhada e muda de textura. Pouco ou nenhum aumento do pênis. Estágio G3 - aumento do pênis, que ocorre, no início, principalmente em comprimento. Crescimento dos testículos e do escroto; Estágio G4 - aumento do tamanho do pênis, com crescimento em largura e desenvolvimento da glândula. Aumento dos testículos e do escroto e aumento do escurecimento da pele escrotal; Estágio G5 - genitália adulta em tamanho e forma. Para o desenvolvimento dos pêlos pubianos foram descritos Estágio P1 - pré-adolescência. Ausência de pelos pubianos; Estágio P2 - crescimento esparsos de pêlos finos e longos, levemente corados, lisos ou apenas levemente ondulados, presentes principalmente na base do pênis; Estágio

---

^a ver também ANEXO A.

P3 – pêlo consideravelmente mais escuro, mais grosso e mais ondulado. O pêlo espalha-se de modo esparso sobre a junção do púbis. É nesse estágio que o pêlo pubiano aparece pela primeira vez nas fotografias, em preto e branco, de corpo inteiro; Estágio P4 - os pêlos assemelham-se ao tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto. Não há pêlos espalhados sobre a superfície medial das coxas; Estágio P5 – pêlos adultos em quantidade e tipo. Há pêlos espalhados sobre a superfície medial das coxas, mas não há pêlos próximo à linha Alba ou em qualquer lugar acima da base do triângulo invertido; Estágio P6 - os pêlos pubianos espalham-se no plano sagital.

Malina (1988), baseando-se nos critérios de Tanner, classificou os estágios de forma que situassem a época do desenvolvimento em que o indivíduo se encontra: Estágio I - indica o estado pré-adolescente do desenvolvimento; Estágio II - indica o início do desenvolvimento; Estágios III e IV - indicam a continuidade do desenvolvimento, sendo de difícil avaliação; Estágio V - indica o estado adulto.

Em seu estudo, Bonjardim e Hegg (1988) classificaram os estágios de desenvolvimento sexual masculino (propostos por Tanner) e o volume testicular em: (1) Pré-púbere - genitais e pêlos púbicos I, volume testicular 1-3 ml; (2) Púbere - genitais e pêlos púbicos II, III e IV, volume testicular 4-12 ml; (3) Pós-púbere - genitais e pêlos púbicos V, volume 15-25 ml.

3.2.2 **DESENVOLVIMENTO DOS CARACTERES SEXUAIS MASCULINOS**

Colli, Coates e Guimarães (1993) afirmaram que o processo de crescimento e desenvolvimento é fortemente influenciado por fatores genéticos e ambientais, sendo que, durante a adolescência, a influência dos fatores hereditários torna-se mais evidente e é explicitada em aspectos como a época de início da puberdade e a intensidade de determinadas características sexuais como pilosidade, tamanho das mamas e dos genitais e idade da menarca. Segundo as autoras, embora exista uma seqüência das etapas de maturação sexual propostas por Tanner, o tempo de passagem de um estágio para outro é muito variável. Dessa forma, a maturação sexual pode durar de 2 a 5 anos. O início da puberdade é evidenciado pelo aumento do volume dos testículos (maior que 3 ml), que ocorre entre 9 a 14 anos e em média aos 10,9 anos de idade, seguido pelo aparecimento dos pêlos pubianos por volta dos 11,9 anos e pelo aumento do pênis. O aparecimento dos pêlos axilares e faciais ocorre mais tardiamente, por volta dos 12,9 e 14,5, respectivamente.

Andrews e Summers (1991) afirmaram que embora o tempo de início da puberdade seja variável, existe uma seqüência de desenvolvimento muito semelhante entre os indivíduos. Desta forma, o desenvolvimento pubertário obedece à seguinte ordem: crescimento dos testículos (entre 9 e 15 anos); crescimento dos pêlos púbicos, surto de crescimento e crescimento do pênis (em média um ano após o desenvolvimento dos testículos); primeira ejaculação de líquido seminal (um ano após o desenvolvimento peniano); crescimento dos pêlos axilares e faciais (dois anos após o início do crescimento dos pêlos pubianos), indicando os estágios finais

da maturação. Assim, a presença de pêlos faciais indica o final do processo maturacional. O crescimento da laringe e das pregas vocais durante o processo maturacional ocorre após o início do desenvolvimento dos genitais.

Segundo Behlau (1991), o crescimento dos pelos pubianos e do pênis ocorre em média um ano após o desenvolvimento dos testículos e o crescimento dos pêlos das axilas e da face (que indicam os estágios finais da maturação), em média dois anos após o crescimento dos pêlos pubianos.

Colli (1984) afirmou que o desenvolvimento sexual no período da adolescência está intimamente relacionado com alterações anatômicas, fisiológicas, endocrinológicas e psicossociais. Em seu trabalho, a autora procurou identificar as inter-relações entre o desenvolvimento genital, desenvolvimento da pilosidade pubiana, desenvolvimento do volume testicular, presença de pilosidade axilar e presença de pilosidade facial no sexo masculino. O exame de maturação sexual foi realizado por pediatras treinados, sendo que o desenvolvimento genital e da pilosidade pubiana foram avaliados segundo os critérios de Tanner; os pêlos axilares e faciais foram categorizados apenas como presentes ou ausentes; e o volume testicular foi avaliado por palpação e comparado com um orquidômetro de Prader, sendo tabulado o valor médio entre o volume do testículo direito e o volume do testículo esquerdo. Foram avaliados 3.397 indivíduos com idade entre 10 e 19 anos, pertencentes a três diferentes classes sócio-econômicas. Segundo os resultados, 64,7% dos indivíduos apresentaram concordância entre os estágios de desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos; observou-se presença de pêlos axilares desde o estágio 1 de desenvolvimento genital, embora a presença dos

mesmos seja maior a partir do estágio 3 de genitais; foi encontrada presença de pêlos faciais a partir do estágio 2 de genitais, com maior ocorrência de aparecimento desses pêlos entre os estágios 3 e 4 de desenvolvimento dos genitais; observou-se presença de pêlos axilares em todos os estágios de pêlos pubianos, sendo que, do grupo de participantes sem pêlos axilares, 94% apresentaram desenvolvimento de pêlos pubianos entre os estágios 1 e 3; foi observada presença de pêlos faciais a partir do estágio 1 de pêlos pubianos, com 97,4% dos participantes sem pêlos faciais nos estágios 1 a 4 de pêlos pubianos. Observou-se uma grande variabilidade das medidas de volume testicular em relação ao desenvolvimento de genitais, pêlos pubianos, axilares e faciais, tendo como principal característica o aumento progressivo dos valores médios de volume testicular entre os estágios 2 e 5 de genitais e pêlos pubianos.

Colli (1986) afirmou que a variabilidade dos fenômenos pubertários é mais acentuada em adolescentes de 10 a 14 anos. Assim, a idade de acontecimento dos fenômenos pubertários que delimitam a puberdade normal deve ser ampla o bastante para abranger as diversas variações existentes, e deve ser utilizada de forma cuidadosa e criteriosa. Relatou diversas referências que propõem como limites inferiores da puberdade normal para meninos de 9 a 10 ($\pm 2-3$) anos e como limites superiores até 13,5 a 15 ($\pm 2-3$) anos para o início de aparecimento de sinais de maturação sexual. Em seu estudo transversal com 2.880 indivíduos (1.410 do sexo feminino e 1.410 do sexo masculino) de 10 a 19 anos, pertencentes à mesma classe sócio-econômica, foram apresentadas estimativas de idade a serem utilizadas na avaliação do desenvolvimento puberal de adolescentes brasileiros. Para cada uma das características estudadas foram encontrados valores médios de idade. Para o

sexo feminino, as idades encontradas foram: 9,7 ($\pm 1,5$) anos para o desenvolvimento mamário (estágio 2 dos critérios de Tanner); 9,6 ($\pm 1,4$) anos para o desenvolvimento dos pêlos pubianos (estágio 2 dos critérios de Tanner); 10,4 ($\pm 1,6$) anos para o aparecimento de pêlos axilares e 12,2 ($\pm 1,2$) anos para a ocorrência da menarca. Para o sexo masculino, as idades encontradas foram: 10,0 ($\pm 1,4$) anos para presença de volume testicular de 3ml; 10,9 ($\pm 1,2$) anos para presença de volume testicular de 4ml; 13,2 ($\pm 1,4$) anos para presença de volume testicular de 12ml; 11,3 ($\pm 1,6$) anos para o desenvolvimento dos pêlos pubianos (estágio 2 dos critérios de Tanner); 12,9 ($\pm 1,5$) anos para o aparecimento de pêlos axilares e 14,5 ($\pm 1,5$) anos para o aparecimento de pêlos faciais. As idades de presença de volume testicular de 3 e 4ml representam o início da puberdade, enquanto o volume de 12ml representa um estágio adulto de desenvolvimento.

3.2.3 **RELAÇÃO ENTRE DESENVOLVIMENTO VOCAL E DESENVOLVIMENTO SEXUAL MASCULINO**

Embora a relação entre o desenvolvimento sexual e as características do desenvolvimento vocal seja estudada há bastante tempo (no mínimo 50 anos), na literatura são encontrados poucos trabalhos que fazem tal relação.

Pedrey (1945) estudou 1.014 meninos com idade entre 11 e 15 anos a fim de investigar a relação entre o estágio de maturação vocal, as quebras de frequência, o desenvolvimento dos pêlos pubianos^b e a idade. A voz dos meninos foi classificada como voz infantil, voz de adolescente em processo de mudança e voz

---

^b Segundo os critérios descritos por Crampton (1908 apud PEDREY, 1945): (1) sem pêlos pubianos; (2) pêlos pubianos lisos; (3) pêlos pubianos enrolados. CRAMPTON, C. W. Physiological age. **American Physical Education Review**, v. 13, p. 144-54, 1908.

adulta, durante a leitura de um texto com duração aproximada de 5 minutos. A idade e o desenvolvimento dos pêlos pubianos mostraram-se igualmente confiáveis como indicadores do estágio de desenvolvimento vocal. Dos meninos em período pubertário, 89% estavam em processo de muda vocal, 5% apresentavam voz infantil e 5% apresentavam voz adulta.

Valenzuela et al. (1981) estudaram a mudança da frequência fundamental da voz durante a adolescência em 445 meninos com idade entre 10 e 18 anos. Relacionando a frequência da emissão da vogal /a/ com a idade, o desenvolvimento de pêlos pubianos e genitais e o volume testicular^c, os autores constataram que a frequência diminui com o avanço da idade e encontraram frequência fundamental de 260 Hz para meninos com menos de 12 anos; frequência variando de 140 - 250Hz entre 12 anos e 9 meses e 16 anos e 6 meses, o que representa 85% da variação total da mesma, e frequência de 130 Hz para meninos com mais de 17 anos. Também relataram correlação entre o desenvolvimento de pêlos pubianos e genitais e a diminuição da frequência fundamental, que ocorre após os estágios 2 ou 3 de ambos, sendo a correlação com os pêlos mais evidente, e queda da frequência fundamental com o aumento do volume testicular de 8 até 25 cm³. Assim, os autores concluíram que a frequência fundamental definitiva é alcançada após os 18 anos e que a mudança da frequência fundamental acontece, em parte, relacionada e, em parte, não-relacionada às mudanças puberais produzidas pelos hormônios sexuais.

Harries et al. (1997) realizaram um estudo a fim de investigar as características da voz masculina, cantada e falada, em relação a outras mudanças

---

^c Medido com o orquidômetro de Prader.

biológicas que ocorrem durante a puberdade. Vinte e seis meninos entre 13 e 14 anos de idade foram avaliados 5 vezes, com intervalos de 3 meses entre cada avaliação, por um período de 12 meses. A cada avaliação eram realizados os seguintes procedimentos: análise acústica da voz, laringoscopia, medição da altura, do peso corporal, do volume testicular (por meio do orquidômetro de Prader) e do perfil de testosterona salivar e identificação do estágio de maturação sexual conforme a classificação de Tanner. As medidas analisadas foram: média da frequência fundamental da fala; média da frequência fundamental da voz cantada em registro modal; e as extensões vocais da fala e do canto. Foi observada diminuição da frequência fundamental da voz falada e cantada entre os estágios G1 e G5 de Tanner, sendo que a maior e mais significativa mudança ocorreu entre os estágios G3 e G4 e não no início da puberdade. Encontraram uma clara relação entre o volume testicular e a frequência fundamental da voz cantada, mas não entre os níveis de testosterona salivar e os parâmetros vocais analisados. Os autores concluíram que a utilização de medias acústicas indicaram mudanças mensuráveis da frequência já no início da puberdade e antes do aparecimento das quebras vocais, mostrando ser este um evento tardio durante a puberdade.

Para Castro e Behlau (2001), a adolescência é um período de grandes mudanças e conflitos, uma vez que caracteriza a passagem da idade infantil para a idade adulta, repleta de responsabilidade. Assim, as autoras realizaram um estudo a fim de comparar a ocorrência da muda vocal fisiológica entre adolescentes com desenvolvimento puberal normal e com atraso puberal. Os 56 adolescentes participantes eram do sexo masculino, com idade entre 12 e 18 anos ($\bar{X}$ =15 anos), e, após avaliação do desenvolvimento puberal, os indivíduos foram divididos em dois

grupos: um com 31 adolescentes com desenvolvimento puberal normal e outro com 25 adolescentes com atraso puberal. Foi realizada avaliação perceptivo-auditiva da voz destes indivíduos a fim de determinar a presença de voz normal ou qualidade vocal disfônica, e análise acústica, em que foram medidos parâmetros como frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e proporção harmônico-ruído. Para os indivíduos com desenvolvimento puberal normal, a média dos valores de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e proporção harmônico-ruído foi, respectivamente, 173 Hz, 1,0 Hz; 5,1 dB e 9,4 dB. Já para os indivíduos com atraso puberal, a média dos mesmos valores foi 204,3 Hz, 1,5 Hz, 7,5 dB e 8,8 dB. Sessenta por cento dos adolescentes com atraso no desenvolvimento puberal estavam em período pré-muda vocal, enquanto 51,6% dos indivíduos pertencentes ao grupo controle estavam em período pós-muda vocal. Com este estudo as autoras concluíram que os dois grupos se diferenciaram em relação à frequência fundamental, sendo que esta acompanha o desenvolvimento puberal.

3.2.4 **AUTO-AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL**

Uma alternativa já validada no Brasil para diminuir o constrangimento durante a avaliação dos caracteres sexuais secundários é a auto-avaliação. Esse procedimento tem sido utilizado em nosso país desde a década de 80 e consiste na observação de pranchas com fotos ou desenhos dos estágios de desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos (no caso do sexo masculino) e escolha, pelo avaliado, da fotografia ou desenho referente ao estágio de desenvolvimento em que este se encontra.

De acordo com Saito (1984), para se avaliar o crescimento físico durante a adolescência, deve-se considerar não só a avaliação do peso e da estatura, mas também a maturação sexual. A autora afirma que o critério cronológico, embora seja um referencial muito importante na infância, perde sua importância ao considerarmos a fase da adolescência, uma vez que indivíduos da mesma idade podem estar em diferentes estágios da maturação sexual e em momentos distintos do processo de crescimento. A avaliação da maturação sexual por meio do desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários é fundamental para estimar o desenvolvimento físico na adolescência, entretanto, sua realização por meio de exame físico pode ser um obstáculo pela falta de local adequado e pela dificuldade de treinamento dos avaliadores. Assim, a auto-avaliação, utilizando-se pranchas com figuras correspondentes aos estágios de maturação propostos por Tanner, torna-se uma solução alternativa. Dessa forma, a autora realizou um estudo com o objetivo de avaliar a confiabilidade do método de auto-avaliação da maturação sexual. Quarenta e dois indivíduos do sexo feminino e 36 do sexo masculino, com idades entre 11 e 18 anos e seis meses, foram submetidos à avaliação médica e à auto-avaliação da maturação sexual. Verificou-se concordância entre as duas avaliações, mostrando que a auto-avaliação é um método confiável no diagnóstico da maturação sexual.

Carvalho (1990) realizou um estudo com 1.014 alunos de escolas da cidade de São Paulo, de 4ª a 8ª séries, com o objetivo de verificar a validade de um instrumento de auto-avaliação puberal masculina. Na auto-avaliação foram utilizadas duas pranchas mimeografadas contendo desenhos baseados nos estágios de desenvolvimento puberal de Tanner e textos explicativos, em linguagem simples,

para cada estágio. As auto-avaliações foram realizadas na escola, em grupos de 7 a 10 alunos, sendo facultado ao aluno ir a um local reservado para se observar antes de responder à avaliação, o que foi pouco aproveitado pelos adolescentes. Em seguida foi realizada avaliação por um médico treinado, sem que este tivesse conhecimento da resposta da auto-avaliação. Como resultado, observou-se que 501 (49,4%) alunos tiveram avaliações concordantes com a avaliação médica quanto aos pêlos pubianos; cento e vinte e oito alunos relataram estar no estágio anterior à avaliação médica e 328 afirmaram estar um estágio acima da avaliação médica. Houve maior discordância na faixa dos 11 e 12 anos e uma maior concordância acima dos 16 anos. Em relação ao desenvolvimento de genitais, houve concordância em 482 (47,5%) casos; duzentos e vinte e oito alunos avaliaram-se num estágio abaixo da avaliação médica e 234, num estágio acima. Observou-se discordância significativa aos 11 anos e não houve faixa etária com concordância significativa. O autor concluiu que fato da auto-avaliação ter sido realizada em ambiente escolar ocasionou interferências, mas não invalidou o processo. Assim, afirmou que é possível utilizar o instrumento em situações de treinamento, aula ou como uma avaliação auxiliar para médicos não treinados, mas não em pesquisa, e enfatiza a importância da explicação prévia dos estágios ao participante, da privacidade do auto-exame, e da possibilidade do indivíduo realizar a auto-avaliação em casa.

Segundo Matsudo e Matsudo (1991), a maturação biológica é um processo necessariamente de controle genético e ambiental que leva o indivíduo a um completo estado de desenvolvimento morfológico, fisiológico e psicológico. A dificuldade em avaliar a maturação sexual por meio do exame físico, realizado por

um médico, tem alimentado a procura de um método mais simples que não invada a privacidade do avaliado. Assim, os autores se propuseram a verificar a validade da auto-avaliação por meio da utilização de pranchas com fotografias dos diferentes estágios de desenvolvimento das características sexuais secundárias, baseadas na descrição de Tanner. Foram avaliados 178 indivíduos do sexo masculino com idade entre 6 e 33 anos ($\bar{X}=13,1$ anos) e 174 do sexo feminino com idade entre 6 e 21 anos ($\bar{X}=11,5$ anos). Após a auto-avaliação, todos os indivíduos passaram pela avaliação médica. Os resultados mostraram que a técnica projetiva tem validade moderada para a avaliação das glândulas mamárias e dos genitais externos e validade alta para a avaliação dos pêlos pubianos, mostrando-se maior nos estágios extremos do desenvolvimento, sem sofrer influência da idade. Essa técnica também apresentou alta reprodutibilidade do avaliado. Com esses dados, os autores concluíram que a técnica projetiva é simples, prática, não precisa ser aplicada por um médico e pode ser aplicada em ambos os sexos, para qualquer idade a partir dos 6 anos e em qualquer nível sócio-econômico e cultural.

Duarte (1993) afirmou que, no Brasil, existem poucos estudos sobre o fenômeno maturacional da adolescência, principalmente em relação ao sexo masculino. Tais estudos tendem a basear-se na avaliação dos caracteres sexuais secundários, ou seja, desenvolvimento do pênis, dos pêlos pubianos e faciais e modificação vocal, devido à dificuldade em determinar o nível de desenvolvimento dos órgãos sexuais internos. Além dessas características, também é possível observar a presença de pêlos axilares, o volume testicular e a oigarca^d. Como uma alternativa para o problema de invasão de privacidade observado durante a

---

^d **Oigarca:** nome dado à primeira ejaculação.

avaliação clínica das características sexuais secundárias, a autora sugeriu a realização da auto-avaliação, uma vez que este é um procedimento validado em adolescentes norte-americanos, franceses e brasileiros, mostrando alta correlação entre a auto-avaliação e a avaliação médica especializada.

Segundo Martin et al. (2001), a maturação é um conjunto de mudanças biológicas, seqüenciais e ordenadas, que levam o indivíduo a atingir o estado adulto. Afirmaram que tal processo pode variar em ritmo e grau de um indivíduo para outro, independente de raça, sexo ou meio em que vivem. Relataram que durante a adolescência ocorrem dois fenômenos biológicos relevantes, sendo estes os estirões de crescimento em estatura e peso, e a maturação sexual. Afirmaram que, devido à notória variabilidade das características físicas de indivíduos com mesma idade cronológica, o que torna insuficiente a utilização apenas da idade para determinar o estágio maturacional do adolescente, é necessária a utilização de técnicas de avaliação que permitam determinar ou estimar o estágio de maturação biológica deste. Assim realizaram um estudo com o objetivo de comparar o uso de técnicas de auto-avaliação da maturação sexual através de fotos (pranchas de Tanner) e desenhos (adaptação das pranchas de Tanner por Morris e Udry^e) com a avaliação médica, e verificar a idade cronológica média dos indivíduos nos diferentes estágios de maturação. Foram avaliados em três momentos diferentes, com seis meses de intervalo, 347 atletas do sexo masculino, com idades entre 10 e 16 anos, praticantes de canoagem, handebol e futebol. Os autores verificaram uma maior facilidade, por parte dos avaliados, em identificar o estágio de desenvolvimento da pilosidade pubiana por meio das fotos, não havendo diferença entre a utilização das fotos e dos

---

^e Morris e Udry (1980).

desenhos na identificação do estágio de desenvolvimento de genitais em que se encontravam. Assim, concluíram que a auto-avaliação da maturação por meio do desenvolvimento da pilosidade pubiana e dos genitais apresentou concordância satisfatória com a avaliação médica, sendo considerada uma técnica válida de avaliação maturacional.

3.2.5 *MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS EM CRIANÇAS E ADOLESCENTES DO SEXO MASCULINO*

Durante a puberdade, acompanhando os desenvolvimentos vocal e sexual, descritos anteriormente, ocorre um grande crescimento físico. Segundo a literatura, o estirão da puberdade é a fase da vida em que o indivíduo mais cresce, excetuando-se o primeiro ano de vida (COLLI; COATES; GUIMARÃES, 1993).

Colli, Coates e Guimarães (1993) também afirmaram que o aumento da estatura e do peso estão mais relacionados à maturação sexual que à idade cronológica. O peso e a estatura na adolescência resultam de experiências anteriores de vida, quando os agravos nutricionais e de outras doenças crônicas levam a deficiências pondo-estaturais significativas. Durante o período pré-pubertário a criança cresce aproximadamente 5 a 6 cm/ano, sendo que na época do estirão os meninos passam a crescer em média 10,3cm/ano e as meninas 9cm/ano. No sexo masculino a aceleração do crescimento geralmente ocorre no estágio G3 e o pico de velocidade de crescimento ocorre por volta do estágio G4 de Tanner.

Baker (1985) definiu puberdade como o processo ordenado de desenvolvimento que leva à maturidade sexual. Tal processo pode sofrer influência de variáveis como fatores genéticos, nutrição, gordura corporal, ambiente, condições sócio-econômicas, além de outros fatores físicos e emocionais. A autora também afirmou que o peso corporal e a razão entre gordura corporal e massa magra podem ter um impacto significativo no início e também na duração do processo pubertário.

Marques, Marcondes e Berquó (1982) realizaram um estudo com o objetivo de determinar as características de crescimento e desenvolvimento físico durante a adolescência. Foram avaliados o peso e a estatura de 3.416 indivíduos do sexo masculino e 3.378 indivíduos do sexo feminino pertencentes a todas as classes sócio-econômicas, moradores da cidade de Santo André e com idades entre 10 e 19 anos. Os valores de peso entre os percentis 10 e 97,5 (considerados como o ideal para a população) para os indivíduos do sexo masculino de todas as classes sócio-econômicas foram: 20,9 - 51,3kg aos 10 anos; 21,5 - 53,4kg aos 11anos; 23,9 - 57,3kg aos 12 anos; 28,2 - 62,8kg aos 13 anos; 33,8 - 68,5kg aos 14 anos; 39,4 - 73,3kg aos 15 anos; 43,9 - 76,5kg aos 16 anos; 46,8 - 78,1kg aos 17 anos; 48,3 - 78,9kg aos 18 anos e 48,9 - 79,1kg aos 19 anos. Os valores de estatura entre os percentis 10 e 97,5 (considerados como o ideal para a população) para indivíduos do sexo masculino de todas as classes sócio-econômicas foram: 1,28 - 1,55m aos 10 anos; 1,29 - 1,59m aos 11anos; 1,34 - 1,65m aos 12 anos; 1,41 - 1,72m aos 13 anos; 1,48 - 1,78m aos 14 anos; 1,53 - 1,83m aos 15 anos; 1,58 - 1,86m aos 16 anos; 1,60 - 1,87m aos 17 anos; 1,62 - 1,88m aos 18 anos e 1,62 - 1,88m aos 19 anos.

Com o objetivo de avaliar a ocorrência da muda vocal fisiológica, sua relação com a estatura física e o controle da frequência fundamental na leitura e na conversa espontânea, Ruiz (1993) realizou a avaliação perceptivo-auditiva da voz de 300 indivíduos do sexo masculino com idade entre 12 e 17 anos. De acordo com os resultados a autora encontrou no período pré-muda vocal 83% dos indivíduos com 12 anos, 10% com 13 anos, 7% com 14 anos e estatura média entre 1,57 - 1,64m; no período da muda vocal foram encontrados 60% dos indivíduos com 13 anos, 25% com 14 anos, 15% com 15 anos e estatura média entre 1,62 - 1,70m; no período pós-muda vocal foram encontrados 17% dos indivíduos com 14 anos, 23% com 15 anos, 30% com 16 anos, 30% com 17 anos e estatura média entre 1,74 - 1,78m. Dos indivíduos que se encontravam no período da muda vocal, 4 (5%) apresentaram quebra de frequência durante a leitura. A autora também relatou ter encontrado indivíduos disfônicos em todas as faixas etárias, sendo que na maioria destes a disфонia era sugestiva do próprio processo de muda vocal. A partir desses dados a autora concluiu que a muda vocal ocorreu entre 13 e 15 anos, sendo mais comum entre 13 e 14 anos; que a muda vocal e o aumento da estatura física apresentaram-se diretamente relacionados e que os indivíduos controlaram a frequência durante a leitura, mesmo no período da muda vocal.

Borges, Matsudo e Matsudo (2004) avaliaram o perfil antropométrico e metabólico da atividade física de 79 adolescentes do sexo masculino, todos com 13 anos de idade e na fase púbere (estágios 2, 3 e 4 de Tanner para pêlos pubianos e genitais). A avaliação da maturação sexual foi realizada por meio de auto-avaliação dos caracteres sexuais secundários. Também foram verificados os níveis de pêlos axilares nas fases pré-púbere, púbere e pós-púbere. Em relação às medidas de

peso e estatura os autores encontraram média do peso entre $36,7 \pm 4,2$ kg (para indivíduos no estágio P2 de Tanner) e $47,6 \pm 9,6$ kg (para indivíduos na fase pré-púbere de pêlos axilares) e média de estatura entre $1,49 \pm 0,05$ m (para indivíduos no estágio P2 de Tanner) e $1,59 \pm 0,1$ m (para indivíduos na fase pré-púbere de pêlos axilares). Com o estudo, os autores concluíram que a auto-avaliação dos pêlos pubianos pareceu ser o critério mais eficaz na determinação de eventuais diferenças de aptidão física em escolares do sexo masculino e que as mudanças antropométricas ocorreram em maior magnitude no início da puberdade (passagem dos estágios 2 para 3 de Tanner).

3.3 AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ – ESCALAS GRBAS E GIRBAS

De acordo com Martens, Versnel e Dejonckere (2007), a avaliação perceptivo-auditiva da voz é a ferramenta primária na avaliação diagnóstica das desordens vocais. A escala GRBAS tem se tornado comumente utilizada para avaliar severidade de desvio dos fatores G (impressão geral da disfonia), R (rugosidade), B (soprosidade), A (astenia) e S (tensão). O fator I (instabilidade) foi adicionado por Dejonckere e colaboradores, formando a escala GIRBAS, devido ao fato da qualidade vocal poder flutuar durante uma emissão.

Segundo Behlau et al. (2001), a escala GRBAS foi desenvolvida pelo Comitê de Testes da Função Fonatória da Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria. Essa escala é um método simples de avaliação vocal e tem sido utilizada

internacionalmente. A escala GIRBAS é uma adaptação, proposta por Dejonckere, Remacle e Freznel-Elbaz (1996 apud BEHLAU, M. et al., 2001)^f da escala GRBAS. A escala GIRBAS apresenta seis fatores: “G” (*Grade*), grau de alteração vocal, determinado pela impressão global da voz, ou seja, o impacto da voz no ouvinte; “I” (*Instability*), instabilidade, isto é, flutuação na frequência e/ou na qualidade vocal; “R” (*Roughness*), rugosidade, indica irregularidade na vibração das pregas vocais; “B” (*Breathiness*), sopro, indica escape de ar glótico e presença de turbulência audível como um chiado, causando a sensação de ar na voz; “A” (*Astheny*), astenia ou fraqueza, indica perda de potência vocal ou energia vocal reduzida e “S” (*Strain*), tensão, é determinada pela impressão de estado hiperfuncional. Para indicar o grau de desvio dos fatores usa-se uma escala de quatro pontos, em que “0” significa normal ou ausente, “1” alteração discreta, “2” alteração moderada e “3” significa alteração severa.

Segundo Wuyts, Bodt e Heyning (1999), a escala GRBAS é provavelmente a escala de avaliação perceptiva mais compacta dentre as escalas existentes. Ela foi desenvolvida para o uso clínico rotineiro de otorrinolaringologistas e fonoaudiólogos. Em seu estudo os autores apresentaram 14 vozes disfônicas a 29 juizes que utilizaram a escala GRBAS original (com 4 graus de desvio para cada fator) e a escala GRBAS visual-analógica. As amostras de voz foram apresentadas duas vezes aos juizes com um intervalo de duas semanas, sendo que para cada avaliação foi utilizada apenas uma das versões da escala GRBAS. Embora a escala GRBAS visual-analógica possibilite um julgamento mais refinado da qualidade vocal, os autores observaram maior concordância entre os juizes, para todos os fatores da

---

DEJONCKERE, P.; REMACLE, M.; FREZNEL-ELBAZ, E. Reliability and relevance of differentiated perceptual evaluation of pathological voice quality. In: CLEMENTE, M. P. **Voice update**. Amsterdam: Elsevier, 1996. p. 321-4.

escala, quando utilizada a escala GRBAS original e uma diminuição considerável da concordância entre os juizes quando utilizada a escala GRBAS visual-analógica. Assim, os autores recomendaram a utilização da escala GRBAS original para a avaliação perceptiva da voz.

Yamaguchi et al. (2003) afirmaram que a avaliação perceptivo-auditiva da voz faz parte da rotina de uma avaliação clínica de pacientes disfônicos em qualquer parte do mundo. Para isso os clínicos procuram escalas perceptivo-auditivas simples e eficientes. A escala GRBAS é um método amplamente utilizado de avaliação perceptiva da qualidade vocal. Essa escala utiliza cinco dimensões distintas (grau de alteração, rugosidade, soprosidade, astenia e tensão) para descrever a qualidade vocal, sendo que cada dimensão deve ser graduada em uma escala de 0 a 3 em que “0” indica normalidade e “3” indica alteração severa. Os autores afirmaram que a popularidade da escala GRBAS tem aumentado entre os clínicos devido ao fato de ser uma escala compacta e de fácil aplicação. Em seu estudo os autores comparam a utilização da escala GRBAS por dois diferentes grupos culturais e lingüísticos, americanos e japoneses. Os resultados mostraram que a escala GRBAS é uma ferramenta bastante útil para a avaliação perceptivo-auditiva da qualidade vocal de disfônicos. Embora tenha havido variações entre os grupos em relação aos fatores astenia e tensão, a alta correlação entre as avaliações dos dois grupos em relação aos fatores grau de alteração, rugosidade e soprosidade mostrou que a escala GRBAS parece ser uma ferramenta que pode ser utilizada com confiabilidade por profissionais de diferentes culturas e línguas.

Batalla et al. (2004) afirmaram que a avaliação perceptivo-auditiva é fundamental quando se quer avaliar a qualidade vocal, a severidade da disфония e o impacto desta na comunicação do paciente. Entretanto essa avaliação é um dos temas mais controversos por ser subjetiva e apresentar uma pobre correlação entre os avaliadores. Os autores também afirmaram que a escala GRBAS é um método de avaliação perceptivo-auditiva que está sendo bastante empregado atualmente. Em seu estudo os autores analisaram a correlação entre a avaliação perceptivo-auditiva realizada por meio da escala GRBAS e os parâmetros acústicos de perturbação em curto prazo, medidas de ruído glótico e parâmetros espectrográficos. Concluíram que a escala GRBAS é um método prático de avaliação perceptiva que deve ser incluído no estudo de vozes disfônicas, sendo que em certos casos torna-se o único método confiável de avaliação.

Webb et al. (2004) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a confiabilidade de três escalas: Buffalo Voice Profile, Vocal Profile Analysis Scheme (VPA) e a escala GRBAS. As vozes de 65 pacientes disfônicos e de 5 indivíduos com voz normal foram avaliadas por 7 Fonoaudiólogos experientes e treinados. Como resultado os autores observaram que apenas o grau global mostrou-se confiável para a escala Buffalo Voice Profile e foi encontrada confiabilidade pobre a moderada para a escala VPA. A escala GRBAS mostrou-se confiável para todos os seus parâmetros, com exceção do parâmetro "S" (tensão). Assim, os autores concluíram que a escala GRBAS é uma ferramenta rápida, robusta e confiável para a avaliação perceptiva de vozes disfônicas.

Millet e Dejonckere (1998) afirmaram que embora a escala GRBAS seja suficientemente confiável para a avaliação de vozes patológicas na prática clínica, existe certa discordância até mesmo entre avaliadores experientes, sendo que o grau de discordância depende das características perceptivas da voz analisada.

3.4 AVALIAÇÃO ACÚSTICA DA VOZ

Martens, Versnel e Dejonckere (2007) afirmaram que a análise acústica da voz é bastante vantajosa por ser uma avaliação quantitativa e não-invasiva, além de ser bastante eficiente também quanto à relação custo-tempo-benefício.

Segundo Jotz et al. (2001), a análise acústica moderna tem sido realizada com programas computacionais cada vez mais avançados e, desde a década de 60, o laboratório de voz tem sido utilizado para a avaliação de vozes infantis.

Araújo et al. (2002) afirmaram que com o avanço da tecnologia digital a análise acústica da voz tem sido um exame complementar promissor para aumentar a precisão diagnóstica na área da laringologia.

3.4.1 **FREQÜÊNCIA FUNDAMENTAL HABITUAL**

Segundo Barros e Angelis (2002), a frequência fundamental é uma das mais importantes medidas acústicas. Ela corresponde à velocidade de vibração das pregas vocais, ou seja, é o número de ciclos glóticos ocorridos em um segundo. A

freqüência fundamental reflete as características biomecânicas das pregas vocais, uma vez que apresenta relação direta com o comprimento, a tensão, a rigidez e a massa das pregas vocais, em sua interação com a pressão subglótica. Os autores também afirmaram que durante a fala ocorre uma variação esperada da freqüência fundamental devido aos diferentes sons das palavras emitidas e à entonação da mensagem a ser transmitida e que os valores de normalidade para a freqüência fundamental variam conforme o sexo, a idade e as estruturas física e laríngea.

Segundo Araújo et al. (2002), a freqüência fundamental é definida como o número de vibrações produzidas pelas pregas vocais em um segundo. Em seu estudo com o objetivo de normatizar as medidas acústicas da voz normal de brasileiros dos sexos masculino e feminino, os autores realizaram a análise acústica da voz de 80 indivíduos adultos, sendo 40 homens e 40 mulheres. Como resultado encontraram valor médio da freqüência fundamental da vogal /a/ sustentada de $127,61 \pm 20,26\text{Hz}$ para os homens e $215,42 \pm 53,85\text{Hz}$ para as mulheres.

Preciado et al. (2005) avaliaram a voz de 905 professores sendo 316 do sexo masculino e 589 do sexo feminino. Foi realizada avaliação perceptivo-auditiva da voz utilizando-se a escala GRBAS, medição do tempo máximo de fonação, avaliação acústica por meio do programa MDVP e avaliação laringológica. Os autores encontraram 199 professores disfônicos entre os homens e 380 entre as mulheres. Em relação à freqüência fundamental, os valores médios para indivíduos com voz normal e disfônicos foram, respectivamente, $154,7 \pm 32,46\text{Hz}$ e $139,1 \pm 34,67\text{Hz}$ para os homens e $228,7 \pm 37,74\text{Hz}$ e $216,9 \pm 42,15\text{Hz}$ para as mulheres.

Behlau, Tosi e Pontes (1985) afirmaram que a frequência fundamental correlaciona-se com a sensação psicológica da altura, denominada *pitch*. Em seu estudo os autores procuraram determinar os valores de frequência fundamental, *jitter* e *shimmer* para falantes do português brasileiro. Assim, foram avaliados 30 homens e 30 mulheres de 18 a 45 anos e 30 crianças de 8 a 12. Todos os participantes apresentavam voz normal e as idades foram selecionadas para evitar qualquer alteração vocal decorrente do período da muda vocal. Os valores médios de frequência fundamental, *jitter* e *shimmer* foram, respectivamente, 113,01Hz, 4,07% e 4,33% para os homens; 204,91Hz, 1,52% e 2,29% para as mulheres e 235,76Hz, 2,28% e 2,54% para as crianças. Os autores observaram que as mulheres apresentaram maior controle da frequência fundamental, expresso pelo menor valor de *jitter*.

Bennett (1983) realizou um estudo longitudinal com 15 meninos entre 7 anos e 5 meses e 8 anos e 9 meses de idade ($\bar{X}$ =8 anos e 3 meses; $\pm 0,48$ anos) e 10 meninas entre 7 anos e 2 meses e 8 anos e 11 meses de idade ($\bar{X}$ =8 anos e 1 mês; $\pm 0,41$ anos) a fim de descrever as mudanças longitudinais ocorridas na frequência fundamental da voz de crianças, por um período de 3 anos. Todos os indivíduos foram avaliados no início da pesquisa e a cada 12 meses durante os 3 anos. Em cada avaliação foi gravada uma amostra de fala (leitura de uma frase) para a medição da frequência fundamental. Os valores mínimo e máximo e a média da frequência fundamental dos meninos em cada uma das avaliações foram: 204Hz - 270Hz ($\bar{X}$ =234 $\pm$ 19,76Hz) para a idade média de 8 anos e 2 meses; 198Hz - 263Hz ($\bar{X}$ =226 $\pm$ 16,42Hz) para a idade média de 9 anos e 2 meses; 208Hz - 259Hz ($\bar{X}$ =224 $\pm$ 14,68Hz) para a idade média de 10 anos e 2 meses e 195Hz - 259Hz

($\bar{X}=216\pm15,04\text{Hz}$) para a idade média de 11 anos e 2 meses. Os valores mínimo e máximo e a média da frequência fundamental das meninas em cada uma das avaliações foram: 221Hz - 258Hz ($\bar{X}=235\pm12,31\text{Hz}$) para a idade média de 8 anos e 2 meses; 209Hz - 236Hz ($\bar{X}=222\pm8,25\text{Hz}$) para a idade média de 9 anos e 2 meses; 215Hz - 239Hz ($\bar{X}=228\pm9,37\text{Hz}$) para a idade média de 10 anos e 2 meses e 200Hz-244Hz ($\bar{X}=221\pm13,43\text{Hz}$) para a idade média de 11 anos e 2 meses. A frequência fundamental média da combinação entre os dois sexos em cada uma das avaliações foi: $\bar{X}=234\pm16,88\text{Hz}$ para a idade média de 8 anos e 2 meses; $\bar{X}=224\pm13,65\text{Hz}$ para a idade média de 9 anos e 2 meses; $\bar{X}=226\pm12,76\text{Hz}$ para a idade média de 10 anos e 2 meses e $\bar{X}=218\pm14,57\text{Hz}$ para a idade média de 11 anos e 2 meses. De acordo com os resultados observou-se que nenhum dos meninos de 10 ou 11 anos de idade mostraram qualquer evidência de modificação vocal devido à puberdade. A autora concluiu que mudanças na frequência fundamental relacionadas à idade podem ser detectadas em um período de pelo menos um ano em estudos longitudinais com crianças de 7 a 11 anos e que estudos transversais não refletem de forma exata o curso desenvolvimental da frequência fundamental de crianças dessa faixa etária, principalmente porque o desvio padrão é maior que as mudanças relacionadas à idade.

Um resumo dos valores de frequência fundamental da vogal /a/ sustentada e da fala encadeada, descritos na literatura estudada, estão apresentados no APÊNDICE A.

3.4.2 **FONETOGRRAFIA**

A Fonetografia, também conhecida como Perfil da Extensão Vocal, deve ser realizada em um ambiente acusticamente tratado e pode ser manual, o que requer um instrumento musical calibrado, piano ou teclado e um medidor de pressão sonora ou pode ser computadorizada, sendo assim necessário um computador equipado com programa específico, placa de som e microfone adequados (que permitam realização de uma análise acústica confiável) e caixa de som.

A literatura tem utilizado o termo “automático” para se referir a este exame quando o mesmo é realizado com o uso de programa de computador. Entretanto, embora o fonetograma seja produzido automaticamente durante este tipo de avaliação, neste trabalho foi utilizado o termo “fonetografia computadorizada” uma vez que o exame necessita da presença, atuação e experiência de um avaliador. Além de facilitar a execução deste exame, a fonetografia computadorizada traz diversas vantagens, tanto para o avaliador como para o avaliado.

Damsté (1970) afirmou que é devido à dificuldade de descrever de forma clara as características da voz que as medidas objetivas do sinal vocal têm sido utilizadas. Dentre elas temos a fonetografia, uma medida que permite avaliar duas das dimensões da voz humana: a extensão da frequência e a extensão da intensidade para cada frequência. As frequências e intensidades alcançadas durante o exame são anotadas caracterizando um gráfico de configuração compacta o suficiente para permitir que comparações entre dois gráficos sejam feitas apenas visualmente, e detalhado o suficiente permitindo que pequenas variações sejam mostradas claramente. O fonetograma pode ser utilizado em comparações intra e

intersujeito, permitindo acompanhar a evolução da voz durante o crescimento, a maturação e o envelhecimento; acompanhar a evolução resultante de um tratamento ou treino vocal; caracterizar a voz de cantores masculinos e femininos; além de caracterizar as limitações vocais decorrentes de uma patologia.

Segundo Coleman, Mabis e Hinson (1977), a fonetografia parece ser uma medida bastante útil para determinar os limites de máxima performance vocal. Também possibilita que o paciente e o clínico observem as mudanças específicas ocorridas na frequência e na intensidade pós-terapia vocal.

Schutte e Seidner (1983) afirmaram que a fonetografia é capaz de registrar todas as possibilidades laríngicas em relação à frequência e à intensidade sonora, uma vez que abrange as frequências mais agudas e mais graves que a laringe é capaz de produzir e as maiores e menores intensidades produzidas durante a emissão de uma vogal. Segundo a União dos Foniátrios Europeus, este procedimento pode ser utilizado como parte da avaliação vocal de indivíduos com voz normal, como auxílio diagnóstico nos casos de distúrbios vocais, para avaliar as potencialidades da voz cantada e na avaliação pós-intervenção terapêutica, a fim de avaliar os resultados do tratamento realizado.

Para Gramming e Åkerlund (1988) o fonetograma é um gráfico que mostra o nível de pressão sonora das emissões mais forte e mais fraca em toda a extensão vocal. Assim, os valores das emissões fortes e fracas constituem, respectivamente, as curvas superior e inferior do fonetograma.

Titze et al. (1995) relataram que durante a realização da fonetografia o avaliador deve reconhecer se a nota emitida pelo paciente está correta e encorajá-lo a produzir sua melhor performance, ou seja, emitir realmente os sons mais fraco e mais forte possíveis para cada nota apresentada. Entretanto, para isso é necessário tempo considerável e esforço do avaliador para conseguir um fonetograma satisfatório, sendo que o sucesso deste exame também depende do nível de treino do paciente.

Conforme Stemple, Glaze e Gerdeman (1995), o fonetograma, também conhecido como extensão vocal fisiológica, mostra um perfil da frequência e da intensidade vocais máximas em um gráfico de formato elíptico e tem apresentado grande aplicabilidade na avaliação das mudanças funcionais da produção vocal.

De acordo com Bless e Hicks (1996) o fonetograma é um gráfico que relaciona frequência e intensidade e circunscreve a área máxima que um indivíduo é capaz de produzir. A fonetografia pode ser realizada utilizando-se um teclado para apresentação do estímulo, um medidor de pressão sonora para medir a intensidade da resposta e um fonetograma em branco para a anotação manual das respostas.

Segundo Angelis, Cervantes e Abrahão (2001), o fonetograma é um gráfico obtido por meio das medidas acústicas de frequência e intensidade, definindo os limites vocais de um indivíduo. Sua importância está relacionada à identificação do potencial artístico das vozes, ao auxílio no diagnóstico de pacientes disfônicos e na monitoração da efetividade de um tratamento. Os autores também afirmaram que, embora a fonetografia seja amplamente utilizada na Europa, nos Estados

Unidos ainda há uma certa resistência à realização deste exame por demandar muito tempo e pela dificuldade em obter resultados fidedignos em indivíduos com dificuldade na discriminação de tons.

Para Barros e Angelis (2002) o fonetograma é um gráfico que descreve o perfil da extensão vocal e traça os limites vocais em relação à frequência e a intensidade. Esse gráfico é capaz de identificar o potencial vocal de um indivíduo, auxilia no diagnóstico de disfonias, quando associado a outras análises e é um importante parâmetro visual no monitoramento da efetividade de tratamentos vocais. Apesar do seu benefício, principalmente para vozes profissionais, a fonetografia é um exame demorado e de difícil execução para a maioria dos pacientes, uma vez que requer a discriminação dos tons apresentados pelo avaliador e posterior controle para a emissão destes.

De acordo com Montojo, Garmendia e Cobeta (2006), a fonetografia é um exame que permite avaliar o potencial fonatório da laringe apenas visualizando o gráfico resultante deste.

Para Klingholz (1992) o fonetograma representa a área delimitada pelo contorno bidimensional formado pelas intensidades vocais máximas e mínimas produzidas por meio da emissão da vogal /a/, ao longo de toda a extensão vocal. Este exame, amplamente utilizado na Europa com a finalidade de caracterizar a produção vocal, pode ser realizado manualmente, utilizando-se um gerador de som e um medidor de pressão sonora, ou pode ser computadorizado, o que torna sua realização mais prática.

De acordo com Behlau et al. (2001), o perfil da extensão vocal (PEV) é um gráfico formado pelas medidas de extensão fonatória máxima e de extensão dinâmica, e apresenta os limites vocais do indivíduo, avalia suas potencialidades vocais, o desenvolvimento profissional da voz, além da eficácia de um tratamento. A extensão fonatória máxima, também conhecida como extensão vocal, é caracterizada pela variação de frequência, da mais grave à mais aguda, que um indivíduo é capaz de emitir, não importando a qualidade vocal apresentada e o nível de esforço necessário para atingi-la, mas sim a possibilidade de produzi-la. A extensão fonatória máxima é expressa pelo número de semitons e seu valor mínimo para indivíduos com pregas vocais sadias é de 20 semitons. Já a extensão dinâmica é definida pela variação de intensidade, da mais fraca à mais forte, que um indivíduo é capaz de produzir, considerando-se a menor intensidade produzida com sonoridade e os limites de conforto durante a emissão mais intensa, excluindo-se o grito. É medida em decibel e tem relação direta com a resistência glótica à passagem de ar. Com os laboratórios computadorizados de voz, o perfil da extensão vocal deixou de ser um procedimento trabalhoso e tedioso, para transformar-se num procedimento simples e dinâmico.

Segundo Pabon e Plomp (1988), a fonetografia é um procedimento objetivo e rápido que auxilia o profissional a avaliar a voz em todos os seus extremos. Com o advento da fonetografia computadorizada o procedimento, antes manual, foi aperfeiçoado e tornou-se mais simples.

Montojo, Garmendia e Cobeta (2006) afirmaram que a fonetografia computadorizada tem sido possível graças ao desenvolvimento de programas

computadorizados que têm como objetivo simplificar este exame trabalhoso e que requer instrumentos específicos.

Bless e Hicks (1996) afirmaram que a fonetografia computadorizada, utilizando um programa capaz de apresentar as notas musicais e gravar as respostas do avaliado, é a maneira mais simples de realizar este exame.

Quanto às vantagens da fonetografia computadorizada, Sulter et al. (1994) relacionam a possibilidade de feedback visual para sujeito e investigador, diminuição do tempo de aquisição dos dados e do fonetograma, além de que indivíduos com dificuldade de reproduzir exatamente o tom apresentado pelo investigador podem emitir outro tom qualquer, que este será computado facilmente. Os autores também afirmam que os erros relacionados à dificuldade em determinar o tom emitido e a oitava em que este se encontra (que são pequenos quando o registro é realizado por um investigador experiente) tornam-se mínimos.

Titze et al. (1995) afirmaram que o feedback visual oferecido pela fonetografia computadorizada pode ser uma ferramenta útil para auxiliar pacientes com dificuldade em discriminar e reproduzir tons e também avaliadores com dificuldade em identificar a nota produzida pelo paciente, uma vez que toda emissão do paciente é registrada.

3.4.2.1 ***Fonetografia em Crianças e Adolescentes***

Segundo Komiyama, Watanabe e Ryu (1984), a fonetografia é um procedimento padrão prático e conclusivo, comparável a um audiograma em relação à audiolgia. Em seu estudo os autores investigaram, por meio da fonetografia, a relação entre freqüência e intensidade da voz no processo de desenvolvimento vocal em um grupo de 139 indivíduos normais, de ambos os sexos, com idade entre 6 e 30 anos. Os resultados mostraram que a intensidade variou entre 60 e 110 dB, com tendência a um aumento da intensidade das curvas superior e inferior com o aumento da freqüência produzida. Verificou-se também que a área do fonetograma apresentou uma rápida elevação entre 8 e 9 anos e, posteriormente, entre 15 e 16 anos. Aos 6 anos de idade a maior extensão vocal foi de $\cong 23\text{st}$ (sol_2 - $\text{fá}\#_4$), a maior intensidade mínima foi $\cong 75\text{dB}$ e a maior intensidade máxima $\cong 100\text{dB}$; aos 12 anos a maior extensão vocal foi de $\cong 40\text{st}$ ($\text{fá}\#_1$ - $\text{lá}\#_4$), a maior intensidade mínima foi $\cong 72\text{dB}$ e a maior intensidade máxima $\cong 105\text{dB}$; aos 20 anos a maior extensão vocal foi de $\cong 38\text{st}$ (ré_1 - mi_4), a maior intensidade mínima foi $\cong 73\text{dB}$ e a maior intensidade máxima foi $\cong 106\text{dB}$.

Em seu estudo, Böhme e Stuchlik (1995) realizaram a fonetografia em 277 crianças, com idade entre 5 e 14 anos, sem treino vocal, alteração laríngea e sem problemas respiratórios severos, desenvolvendo o “perfil vocal infantil padrão”⁹ de ambos os sexos, para a faixa etária entre 7 e 10 anos, com o objetivo de descrever a capacidade vocal dos mesmos. Os autores relataram que somente a partir dos 7 anos de idade o perfil vocal pôde ser considerado representativo do uso

---

⁹ *Standard childhood voice profile.*

que o indivíduo faz da sua voz. Entre 7 e 10 anos não foram observadas mudanças relacionadas à idade nas intensidades máxima e mínima das diferentes frequências da extensão vocal e o perfil vocal de meninos e meninas mostrou um padrão bastante similar, embora os meninos tenham apresentado intensidade vocal maior em relação à das meninas. Ambos os sexos apresentaram extensão vocal de 29 semitons, aumento da intensidade vocal com o aumento da frequência e diminuição da extensão dinâmica dos limites agudos e graves da extensão vocal. Em relação à intensidade mínima da fonetografia o perfil para meninos foi de $\bar{X}=53-78\text{dB}$ ($\pm 4-8\text{dB}$) e para meninas, $\bar{X}=50-74\text{dB}$ ($\pm 4-6\text{dB}$) e os valores de intensidade máxima para meninos foi de $\bar{X}=70-91\text{dB}$ ($\pm 6-8\text{dB}$) e para meninas, $\bar{X}=66-88\text{dB}$ ($\pm 5-6\text{dB}$). Após os 10 anos de idade, observaram aumento da diferença entre as intensidades máxima e mínima das frequências mais graves da extensão vocal. Esse aumento continuou ocorrendo em meninas de 13 e 14 anos. Entretanto, os autores não puderam estabelecer um padrão para meninos da mesma idade devido à grande variação do grupo.

Com o objetivo de mostrar como a rouquidão e outras características vocais apresentar-se-iam no fonetograma, McAllister et al. (1994) realizaram a fonetografia manual em 50 crianças de ambos os sexos, com 10 anos de idade e sem treino vocal. Além da fonetografia foram realizadas avaliação audiológica, avaliação laringoscópica e duas gravações digitais da voz, mantendo-se um intervalo de 2 meses, para avaliação perceptivo-auditiva vocal das crianças avaliadas. Os autores encontraram 24 crianças (13 meninas e 11 meninos) com voz normal e sem alteração laríngea, 6 meninos com rouquidão crônica, 10 crianças (5 meninas e 5 meninos) com fenda glótica, 5 meninos com nódulos bilaterais e 6 meninos no

período da muda vocal, sendo que algumas das crianças apresentaram-se em mais de um grupo. Os valores médios de frequência mínima e máxima, extensão vocal e extensão dinâmica máxima do grupo com voz normal foram, respectivamente, 208Hz, 880Hz, 25st (± 7 st) e 21,4dB ($\pm 5,9$ dB); do grupo com rouquidão crônica foram 196Hz, 699Hz, 22st ($\pm 4,5$ st) e 21,8dB ($\pm 4,5$ dB); do grupo com fenda glótica foram 196Hz, 932Hz, 27st ($\pm 5,8$ st) e 22dB ($\pm 3,3$ dB); do grupo com nódulos foram 208Hz, 622Hz, 19st ($\pm 7,8$ st) e 22,8dB ($\pm 3,7$ dB) e do grupo no período da muda vocal foram 196Hz, 1047Hz, 29st ($\pm 6,9$ st) e 22,8dB ($\pm 6,6$ dB). Os valores médios do total de indivíduos avaliados para frequência mínima, máxima e extensão vocal da fonetografia foram, respectivamente, 196Hz, 784Hz e 24st. Os autores observaram que a frequência mínima da fonetografia variou apenas um semitom entre os grupos, de forma que estes se diferenciaram principalmente em relação à frequência máxima. As curvas superior e inferior do fonetograma dos indivíduos com voz rouca apresentaram-se mais altas em relação aos indivíduos com voz normal. No grupo com fenda glótica observou-se uma curva inferior mais baixa em relação ao fonetograma dos indivíduos com voz normal, principalmente nas frequências mais agudas. No grupo com nódulos a curva inferior do fonetograma apresentou-se elevada quando comparada ao fonetograma dos indivíduos com voz normal. De acordo com os resultados os autores concluíram que foi possível encontrar diferenças claras entre os fonetogramas dos grupos avaliados. Quando comparadas aos adultos as crianças apresentaram uma menor extensão dinâmica entre as curvas superior e inferior do fonetograma. Entretanto, nos meninos em muda vocal essa extensão dinâmica, entre os limites superior e inferior, apresentou-se menos restrita, uma vez que a curva superior do fonetograma destes apresentou-se

semelhante à curva superior do fonetograma de mulheres e homens sem treino vocal.

Em seu estudo longitudinal Fuchs et al. (2006) avaliaram a voz de 21 meninos pertencentes a um coral masculino profissional. No primeiro exame realizado os participantes apresentavam idade entre 9 anos e três meses e 12 anos e 5 meses ($\bar{X}$ =11 anos e 2 meses) e, ao início da muda vocal estes apresentavam idade entre 13 anos e 15 anos e 9 meses ($\bar{X}$ =14 anos e 2 meses). Cada avaliação trimestral incluiu exames como a vídeoestroboscopia, a fonetografia e a gravação digital da voz durante a leitura da primeira frase de um hino em alemão. Para classificar o estágio de desenvolvimento vocal dos participantes, os autores basearam-se na história de cada indivíduo, no relato dos foniатras e na investigação clínica, incluindo a vídeoestroboscopia e a condição vocal. Os parâmetros acústicos analisados foram frequência fundamental, componente de irregularidade, *jitter*, *shimmer*, coeficiente de correlação médio da forma da onda e componente ruído. Os autores encontraram frequência fundamental de 226,2Hz e mudança significativa nos parâmetros acústicos analisados (aumento do componente irregularidade, do *jitter* e do *shimmer* e diminuição da frequência fundamental, do coeficiente de correlação médio da forma da onda e do componente ruído) 6 meses antes que o início da muda vocal pudesse ser percebido auditivamente ou por exames clínicos. Nesse mesmo período anterior à muda vocal, os autores também encontraram uma redução do limite inferior da extensão vocal obtida pela fonetografia, entretanto, não encontraram mudança significativa na extensão vocal. Assim, os autores puderam concluir que devido a essas mudanças observadas na avaliação acústica realizada, é possível prever o tempo restante até o início da muda vocal e também

diagnosticar o início desta. Mas para que esta predição seja confiável, os autores sugerem a realização de avaliações trimestrais incluindo videoestroboscopia, análise vocal, análise acústica da voz, fonetografia, exame físico do desenvolvimento dos genitais, avaliação da taxa de crescimento e medição do nível sangüíneo de testosterona.

Heylen et al. (1998) realizaram a fonetografia computadorizada em 230 crianças de ambos os sexos, com idade entre 6 e 11 anos ($\bar{X}=8,47$ anos), sendo 94 sem alterações laríngeas e 136 com patologia laríngea e disfonia, excluindo-se, de ambos os grupos, as crianças em muda vocal. Os indivíduos disfônicos e com voz normal apresentaram em relação à fonetografia, respectivamente, frequência mínima de $\bar{X}=196,3$ Hz ($\pm 2,5$ Hz) e $\bar{X}=192,8$ Hz ($\pm 2,5$ Hz), frequência máxima de $\bar{X}=550$ Hz (± 11 Hz) e $\bar{X}=857$ Hz (± 21 Hz), extensão vocal de $\bar{X}=19,4$ st ($\pm 0,5$ st) e $\bar{X}=26,4$ st ($\pm 0,5$ st), intensidade mínima de $\bar{X}=52,4$ dB ($\pm 0,3$ dB) e $\bar{X}=48,2$ dB ($\pm 0,3$ dB), intensidade máxima de $\bar{X}=95,2$ dB ($\pm 0,5$ dB) e $\bar{X}=98,0$ dB ($\pm 0,6$ dB) e extensão dinâmica máxima de $\bar{X}=42,7$ dB ($\pm 0,6$ dB) e $\bar{X}=49,7$ dB ($\pm 0,6$ dB). De acordo com os resultados, não houve diferença estatisticamente significativa entre os dados fornecidos pela fonetografia de meninos e meninas; as crianças com voz normal apresentaram valores médios significativamente maiores de frequência mínima, extensão vocal, intensidades máxima e mínima e extensão dinâmica máxima, em relação às crianças disfônicas; o efeito da idade também se mostrou significativo nos dados fornecidos pela fonetografia, exceto para o valor médio da intensidade máxima. Dessa forma, os autores concluíram que o sexo das crianças não influenciou o resultado da fonetografia, enquanto a idade e a presença de patologia

vocal influenciaram significativamente os valores médios da maior parte das características da fonetografia.

Hacki e Heitmüller (1999) realizaram a fonetografia computadorizada da voz falada, gritada e cantada em 180 crianças sem patologia vocal, com idade entre 4 e 12 anos, sendo 10 indivíduos do sexo masculino e 10 do sexo feminino para cada idade, a fim de avaliar a capacidade vocal destes. Os valores médios de frequência habitual, extensão vocal e intensidades mínima e máxima da voz cantada para meninos foram, respectivamente: para 4 anos 277,18Hz, 16st (lá₂ - ré₄), 54dB e 95dB; para 5 anos 261,63Hz, 20st (lá₂ - fá₄), 53dB e 94dB; para 6 anos 277,18Hz, 24st (lá₂ - lá₄), 54dB e 101dB; para 7 anos 277,18Hz, 23st (lá₂ - sol₄), 51dB e 99dB; para 8 anos 261,63Hz, 24st (sol₂ - sol₄), 54dB e 100dB; para 9 anos 233,08Hz, 27st (fá₂ - sol₄), 51dB e 100dB; para 10 anos 246,94Hz, 26st (sol₂ - lá₄), 51dB e 101dB; para 11 anos 261,63Hz, 28st (fá₂ - lá₄), 52dB e 93dB; e para 12 anos 233,08Hz, 27st (fá₂ - lá₄), 50dB e 96dB. Os valores médios de frequência habitual, extensão vocal e intensidades mínima e máxima da voz cantada para meninas foram, respectivamente: para 4 anos 261,63Hz, 17st (lá₂ - ré₄), 51dB e 92dB; para 5 anos 293,66Hz, 21st (lá₂ - fá₄), 52dB e 93dB; para 6 anos 261,63Hz, 22st (lá₂ - sol₄), 51dB e 93dB; para 7 anos 277,18Hz, 23st (lá₂ - sol₄), 52dB e 94dB; para 8 anos 246,94Hz, 26st (sol₂ - lá₄), 53dB e 96dB; para 9 anos 261,63Hz, 27st (sol₂ - lá₄), 52dB e 100dB; para 10 anos 246,94Hz, 28st (sol₂ - si₄), 51dB e 91dB; para 11 anos 246,94Hz, 28st (fá₂ - lá₄), 50dB e 90dB; e para 12 anos 246,94Hz, 29st (sol₂ - dó₅), 51dB e 91dB. Os resultados mostraram que a capacidade vocal aumenta com o avanço da idade, entretanto, de forma não contínua. Relataram uma diminuição da frequência habitual e da intensidade máxima de fala por volta de 7-8 anos nas

meninas e 8-9 anos nos meninos; restrição temporária da intensidade vocal mínima da voz falada e cantada entre 7 e 8 anos tanto nas meninas como nos meninos; diminuição temporária da intensidade da voz gritada por volta de 7-8 anos, somente nos meninos; e diminuição da frequência e da intensidade da voz gritada a partir de 10 anos em ambos os sexos. Os valores médios de intensidade habitual e intensidade máxima de fala encontrados foram, respectivamente, 66dB e 81dB para meninos e de 64dB e 79dB para meninas. Em relação à voz cantada, relataram a diminuição da frequência mínima e o aumento da frequência máxima dos 4 aos 8 anos, não havendo mudanças consideráveis entre 8 e 12 anos de idade; limitação da intensidade mínima aos 8 anos em ambos os sexos; aumento da intensidade máxima aos 9 anos nas meninas e aos 10 anos nos meninos e sua diminuição aos 10 anos nas meninas e a partir dos 11 anos nos meninos.

Wuyts et al. (2003) estudaram os efeitos da idade, do sexo e das disfunções de voz em crianças, por meio da fonetografia computadorizada. Para este estudo, foram selecionadas duas amostras, uma com crianças que apresentavam pregas vocais saudáveis e voz normal (53 meninos e 41 meninas com idades entre 6 e 11 anos) e outra com 87 meninos e 49 meninas, com idades entre 6 e 11 anos, com problemas vocais (77 meninos e 41 meninas com nódulos, 7 meninos e 5 meninas com outras disfunções vocais orgânicas e 3 meninos e 3 meninas com disfonia funcional). Em relação à fonetografia, os meninos de 6-8 anos e de 9-11 anos com problemas vocais apresentaram, respectivamente, frequência mínima de $\bar{X}=194\text{Hz}$ e $\bar{X}=194\text{Hz}$, frequência máxima de $\bar{X}=490\text{Hz}$ ($\pm 18\text{Hz}$) e $\bar{X}=566\text{Hz}$ ($\pm 19\text{Hz}$), extensão vocal de $\bar{X}=16,5\text{st}$ ($\pm 0,8\text{st}$) e $\bar{X}=20,7\text{st}$ ($\pm 0,8\text{st}$), intensidade mínima de $\bar{X}=52,2\text{dB}$ e $\bar{X}=52,2\text{dB}$, intensidade máxima de $\bar{X}=95,0\text{dB}$

($\pm 0,7$ dB) e $\bar{X}=95,0$ dB ($\pm 0,7$ dB) e extensão dinâmica máxima de $\bar{X}=43,0$ dB ($\pm 0,7$ dB) e $\bar{X}=43,0$ dB ($\pm 0,7$ dB). Os meninos de 6-7 anos e de 8-11 anos com voz normal apresentaram, respectivamente, frequência mínima de $\bar{X}=194$ Hz e $\bar{X}=194$ Hz, frequência máxima de $\bar{X}=741$ Hz (± 29 Hz) e $\bar{X}=923$ Hz (± 44 Hz), extensão vocal de $\bar{X}=23,2$ st ($\pm 0,8$ st) e $\bar{X}=28,7$ st ($\pm 1,0$ st), intensidade mínima de $\bar{X}=48,6$ dB ($\pm 0,4$ dB) e $\bar{X}=48,6$ dB ($\pm 0,4$ dB), intensidade máxima de $\bar{X}=97,2$ dB ($\pm 1,0$ dB) e $\bar{X}=101,7$ dB ($\pm 0,9$ dB) e extensão dinâmica máxima de $\bar{X}=47,9$ dB ($\pm 1,1$ dB) e $\bar{X}=53,8$ dB ($\pm 1,0$ dB). Os autores verificaram que houve diferença significativa entre as características da fonetografia de crianças saudáveis e de crianças com disfunções vocais. Também observaram que a idade exerce um efeito diferente em relação a meninos e meninas, sendo que nas meninas saudáveis as mudanças ocorreram gradativamente entre os 6 e os 11 anos e, nos meninos saudáveis, foi possível identificar dois períodos de desenvolvimento distintos: um antes dos 8 anos e outro após esta idade. Os autores afirmaram que essa diferença de desenvolvimento nos meninos pode ocorrer devido à ação do andrógeno conhecido por DHEA (*dehydroepiandrosterone*) e do seu sulfato, que têm sua concentração sanguínea aumentada entre 7 e 9 anos.

3.4.2.2 **Fonetografia em Adultos**

Coleman, Mabis e Hinson (1977) realizaram a fonetografia manual em 10 homens de 21 a 34 anos ($\bar{X}=25,4$ anos) e 12 mulheres de 20 a 39 anos ($\bar{X}=24$ anos) sem alterações vocais. Metade dos participantes eram cantores não-profissionais e metade não apresentavam treino vocal. Os valores de extensão vocal, intensidade mínima, intensidade máxima e extensão dinâmica máxima foram,

respectivamente, 28,9 - 43,9st ($\bar{X}$ =37,1st), 58dB; 117dB e 54,8dB para os homens e 30,6 - 42,2st ($\bar{X}$ =37,4st), 55dB, 113dB e 51dB para as mulheres.

Com o objetivo de investigar as diferenças existentes no fonetograma de indivíduos com voz normal e indivíduos com disfonia não-orgânica Gramming e Åkerlund (1988) realizaram a fonetografia manual em 17 mulheres de 21-58 anos ($\bar{X}$ =39 anos) e 12 homens de 25-45 anos ($\bar{X}$ =34 anos) com voz normal e sem histórico de patologia vocal e em 29 mulheres de 21-69 anos ($\bar{X}$ =38 anos) e 18 homens de 21-81 anos ($\bar{X}$ =41 anos) com disfonia não-orgânica. De acordo com os resultados as mulheres com voz normal apresentaram extensão vocal média de 29,9st enquanto as disfônicas apresentaram 25,3st e os homens com voz normal apresentaram 28,3st enquanto os disfônicos apresentaram 26,9st. As mulheres com disfonia não-orgânica apresentaram uma curva superior do fonetograma mais baixa em relação à das mulheres com voz normal e os homens com disfonia não-orgânica apresentaram uma curva inferior do fonetograma mais alta em relação à dos homens com voz normal.

Neuschafer-Rube, Šram e Klajman (1997), realizaram a fonetografia manual em 40 indivíduos sem problemas vocais, sendo 10 homens (29-63 anos; $\bar{X}$ =34 anos) e 10 mulheres (23-52 anos; $\bar{X}$ =38 anos) falantes não profissionais e sem treino vocal e 10 homens (24-60 anos; $\bar{X}$ =36 anos) e 10 mulheres (20-53 anos; $\bar{X}$ =29 anos) falantes profissionais que realizaram treino vocal durante 2 anos, com o intuito de analisar a performance vocal dos diferentes grupos. Para o grupo de falantes não profissionais os autores encontraram extensão vocal média de 32 semitons para os homens e 29 para as mulheres, intensidades da curva inferior do

fonetograma variando entre 50-105 dB para os homens e 50-85 dB para as mulheres e intensidades da curva superior do fonetograma variando entre 75-105 dB para os homens e 65-105 dB para as mulheres. Para o grupo de falantes profissionais os autores encontraram extensão vocal e extensão dinâmica maiores: extensão vocal média de 37 semitons para os homens e 35 para as mulheres, intensidades da curva inferior do fonetograma variando entre 44-85 dB para os homens e 45-90 dB para as mulheres e intensidades da curva superior do fonetograma variando entre 55-110 dB para os homens e 45-113 dB para as mulheres.

Alguns estudos com adultos também foram realizados utilizando a fonetografia computadorizada. Sulter, Schutte e Miller (1995) realizaram a fonetografia computadorizada em 92 mulheres com idades entre 17 e 40 anos ($\bar{X}$ =20,3 anos) e 47 homens com idades entre 17 e 35 anos ($\bar{X}$ =25 anos) sem treino vocal e sem queixa ou história de patologia vocal e em 42 mulheres com idades entre 18 e 59 anos ($\bar{X}$ =35,1 anos) e 43 homens com idades entre 21 e 75 anos ($\bar{X}$ =47,5 anos) com treino vocal para o canto. Os valores médios de frequência mínima e máxima, extensão vocal e intensidade mínima e máxima das mulheres sem treino vocal foram, respectivamente, 157,3Hz ($\pm$ 21,42Hz), 1223,7Hz ($\pm$ 249,44Hz), 2,93 oitavas ($\pm$ 0,385 oitavas), 51,4dB ($\pm$ 6,52dB) e 103,8dB ($\pm$ 6,3dB); das mulheres com treino vocal foram 128,4Hz ($\pm$ 17,62Hz), 1320,3Hz ($\pm$ 303,93Hz), 3,32 oitavas ($\pm$ 0,399 oitavas), 44,2dB ($\pm$ 4,35dB) e 104,1dB ($\pm$ 7,75dB); dos homens sem treino vocal foram 86,1Hz ($\pm$ 14,01Hz), 785,4Hz ($\pm$ 188,38Hz), 3,19 oitavas ($\pm$ 0,315 oitavas), 46,6dB ($\pm$ 5,74dB) e 100,3dB ($\pm$ 5,57dB); dos homens com treino vocal foram 74,0Hz ($\pm$ 13,49Hz), 688,2Hz ($\pm$ 228,14Hz), 3,16 oitavas ($\pm$ 0,494 oitavas),

45,7dB ($\pm 4,43$ dB) e 101,2dB ($\pm 4,91$ dB). De acordo com os resultados os autores observaram que os homens produziram intensidades mais fracas que as mulheres enquanto elas produziram intensidades mais fortes em determinados pontos do fonetograma. Os indivíduos com treino vocal apresentaram uma extensão dinâmica maior nas frequências baixas em relação aos indivíduos sem treino vocal e também apresentaram maior extensão vocal.

Hacki (1999) realizou a fonetografia computadorizada da voz falada, da voz gritada e da voz cantada em 50 mulheres de 20 a 69 anos ($\bar{X}=33\pm 11,6$ anos) e em 41 homens de 19-61 anos ($\bar{X}=29\pm 10,9$ anos), integrantes de um coral não-profissional. Em relação à fonetografia da voz falada e da voz cantada os homens apresentaram, respectivamente, frequência mínima de 55-110Hz ($\bar{X}=82$ Hz) e 55-103Hz ($\bar{X}=77$ Hz), frequência máxima de 155-311Hz ($\bar{X}=246$ Hz) e 415-880Hz ($\bar{X}=659$ Hz), extensão vocal de 14-23st ($\bar{X}=19\pm 2,06$ st) e 28-46st ($\bar{X}=37\pm 3,13$ st), intensidade mínima de 46-50dB ($\bar{X}=46\pm 1,06$ dB) e 46-65dB ($\bar{X}=48\pm 3,79$ dB), intensidade máxima de 93-105dB ($\bar{X}=98\pm 3,28$ dB) e 93-113dB ($\bar{X}=106\pm 5,31$ dB) e extensão dinâmica máxima de 45-59dB ($\bar{X}=52\pm 3,52$ dB) e 44-67dB ($\bar{X}=58\pm 6,75$ dB). Para a fonetografia da voz falada e da voz cantada as mulheres apresentaram, respectivamente, frequência mínima de 92-195Hz ($\bar{X}=138$ Hz) e 97-207Hz ($\bar{X}=130$ Hz), frequência máxima de 261-415Hz ($\bar{X}=329$ Hz) e 659-1566Hz ($\bar{X}=932$ -987Hz), extensão vocal de 9-23st ($\bar{X}=15\pm 2,66$ st) e 29-41st ($\bar{X}=34,6\pm 3,30$ st), intensidade mínima de 46-50dB ($\bar{X}=46\pm 0,74$ dB) e 46-57dB ($\bar{X}=47\pm 2,34$ dB), intensidade máxima de 85-101dB ($\bar{X}=94\pm 4,62$ dB) e 96-113dB ($\bar{X}=107\pm 4,88$ dB) e extensão dinâmica máxima de 39-55dB ($\bar{X}=48\pm 4,51$ dB) e 50-67dB ($\bar{X}=60\pm 5,02$ dB).

Em relação à fonetografia da voz gritada de homens e mulheres obteve-se, respectivamente, frequência máxima de 220-440Hz ($\bar{X}=329\text{Hz}$) e 329-739Hz ($\bar{X}=466-493\text{Hz}$) e intensidade máxima de 98-113dB ($\bar{X}=108,5\pm 3,63\text{dB}$) e 89-113dB ($\bar{X}=106,5\pm 5,01\text{dB}$).

Montejo, Garmendia e Cobeta (2006) realizaram um estudo com a finalidade de estabelecer a confiabilidade da fonetografia computadorizada, realizada utilizando-se o programa *Phonetogram* do *Dr. Speech Science (Tiger Eletronics Inc.)*, comparando os resultados deste com os resultados do fonetograma manual. Foram avaliados 12 cantores líricos (5 homens e 7 mulheres com idade entre 21 a 53 anos) com pelo menos 3 anos de experiência e sem patologia vocal. Os valores mínimo, máximo e médio da intensidade máxima, extensão dinâmica máxima e da extensão vocal dos participantes foram 104-120dB ($\bar{X}=112\text{dB}$), 9-38dB ($\bar{X}=20\text{dB}$) e 21-41st ($\bar{X}=32\text{st}$) para a fonetografia manual e 105-119dB ($\bar{X}=114\text{dB}$), 5-56dB ($\bar{X}=37\text{dB}$) e 30-46st ($\bar{X}=38\text{st}$) para a fonetografia computadorizada. Os autores concluíram que as medidas fonetométricas obtidas com a fonetografia computadorizada são significativamente maiores que as medidas obtidas com o fonetograma manual e que existe correlação entre os resultados obtidos com ambos os procedimentos, principalmente para o registro basal. Também concluíram em seu estudo que embora a fonetografia computadorizada seja um procedimento muito mais rápido e simples, não parece ser um método adequado para obter as notas de passagem de registro e fornece medidas fonetométricas menos precisas que as obtidas pela fonetografia manual.

Titze et al. (1995) avaliaram 10 homens de 30 a 42 anos ($\bar{X}=37,4$ anos) e 10 mulheres de 24 a 48 anos ($\bar{X}=32,9$ anos) sem histórico de patologia laríngea, não-disfônicos e sem treino vocal, com a finalidade de comparar a performance dos pacientes durante a fonetografia manual (com a presença do avaliador) e a fonetografia computadorizada automatizada, sem a presença do avaliador e com as instruções apresentadas em vídeo. Em relação à fonetografia manual e computadorizada os homens apresentaram, respectivamente, extensão vocal de 15-20st ($\bar{X}=18,1\pm1,79$ st) e 15-22st ($\bar{X}=19,7\pm2,54$ st), intensidade mínima de 65-72dB ($\bar{X}=68,5\pm2,07$ dB) e 66-72dB ($\bar{X}=67,6\pm2,41$ dB), intensidade máxima de 107-114dB ($\bar{X}=111\pm2,71$ dB) e 111-122dB ($\bar{X}=115,5\pm3,84$ dB), extensão dinâmica máxima de 28-44dB ($\bar{X}=37,5\pm4,28$ dB) e 35-52dB ($\bar{X}=44,2\pm5,85$ dB) e área de 361-654dB.st ($\bar{X}=480,6\pm83,15$ dB.st) e 347-836dB.st ($\bar{X}=568,3\pm146,58$ dB.st). Durante a fonetografia manual e computadorizada as mulheres apresentaram, respectivamente, extensão vocal de 13-21st ($\bar{X}=17,2\pm2,39$ st) e 12-24st ($\bar{X}=18,8\pm4,08$ st), intensidade mínima de 63-71dB ($\bar{X}=67,7\pm3,06$ dB) e 65-76dB ($\bar{X}=67\pm3,40$ dB), intensidade máxima de 105-114dB ($\bar{X}=110,6\pm2,68$ dB) e 117-117dB ($\bar{X}=111,2\pm3,33$ dB), extensão dinâmica máxima de 27-48dB ($\bar{X}=38,6\pm5,68$ dB) e 30-47dB ($\bar{X}=40,5\pm4,88$ dB) e área de 260-649dB.st ($\bar{X}=461,4\pm131,35$ dB.st) e 282-659dB.st ($\bar{X}=476,1\pm119,2$ dB.st). De acordo com os resultados os autores observaram que, embora tenham ocorrido diferenças individuais em relação aos dois métodos de realização da fonetografia, não foi possível encontrar o método mais adequado para a realização deste exame.

Ikeda et al. (1999) realizaram a fonetografia computadorizada em 137 homens e 175 mulheres disfônicos e 10 homens (21-29 anos) e 10 mulheres de (19-29 anos) com voz normal. Os autores apresentaram como resultado a área do fonetograma. A média da área obtida para os homens com voz normal foi de $25,7\text{cm}^2$ e para os homens disfônicos foi de $11,7\text{ cm}^2$. Para as mulheres com voz normal a média da área do fonetograma foi de $21,2\text{cm}^2$ e para as mulheres disfônicas foi de $11,0\text{cm}^2$. Os autores observaram que tanto em relação aos indivíduos disfônicos como em relação aos indivíduos com voz normal, os homens apresentaram área do fonetograma maior que a das mulheres. Em ambos os sexos os indivíduos com voz normal apresentaram área do fonetograma significativamente maior que a dos indivíduos disfônicos, sugerindo que esta medida pode ser utilizada em triagens vocais. De forma geral, também foi observado que a área do fonetograma diminuiu com o aumento da presença de rouquidão na qualidade vocal.

Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) analisaram as características vocais de 83 pacientes (29 homens e 54 mulheres) entre 18 e 64 anos ($\bar{X}=37,6 \pm 13,0$ anos) com laringite por refluxo e de 30 indivíduos normais (14 homens e 16 mulheres) entre 18 e 65 anos ($\bar{X}=30,6 \pm 9,1$ anos). Para avaliar a função vocal os autores utilizaram videolaringostroboscopia; avaliação perceptivo-auditiva dos fatores G, R e B da escala GRBAS; avaliação acústica por meio das medidas de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer*, ruído glótico (NNE) da vogal /a/ sustentada e pela fonetografia computadorizada e avaliação aerodinâmica por meio do tempo máximo de fonação da vogal /a/ sustentada. Os valores médios de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e ruído glótico (NNE) foram, respectivamente, $220,6(\pm 8,6)\text{Hz}$, $0,28(\pm 0,04)\%$, $2,12(\pm 0,27)\%$ e $-9,7(\pm 1,1)\text{dB}$ para as mulheres com

laringite; 227,5(±16,9)Hz, 0,19(±0,01)%, 1,51(±0,23)% e -15,7(±1,2)dB para as mulheres com voz normal; 147,3(±17,8)Hz, 0,23(±0,03)%, 1,89(±0,3)% e -8,3(±1,3)dB para os homens com laringite e 119,8(±15,2)Hz, 0,17(±0,02)%, 1,5(±0,4)% e -13,1(±1,3)dB para os homens com voz normal. Em relação à fonetografia foram encontrados para os parâmetros de frequência máxima e mínima, extensão vocal, intensidade máxima e mínima, extensão dinâmica máxima e área do fonetograma, respectivamente, os seguintes valores: $\bar{X}F_{MÁX}=741,4\pm60,9\text{Hz}$, $\bar{X}F_{MÍN}=151,7\pm6,7\text{Hz}$, $\bar{X}EV=26,8\pm1,8\text{st}$, $\bar{X}I_{MÁX}=89,8\pm2,7\text{dB}$, $\bar{X}I_{MÍN}=49,6\pm1,3\text{dB}$, $\bar{X}EDM=40,2\pm2,3\text{dB}$ e $\bar{X}A=533,9\pm52,7\text{dB.st}$ para as mulheres com laringite; $\bar{X}F_{MÁX}=905\pm94\text{Hz}$, $\bar{X}F_{MÍN}=162,6\pm44,8\text{Hz}$, $\bar{X}EV=31,8\pm2,6\text{st}$, $\bar{X}I_{MÁX}=93,6\pm4,7\text{dB}$, $\bar{X}I_{MÍN}=49,9\pm3,1\text{dB}$, $\bar{X}EDM=43,6\pm4,0\text{dB}$ e $\bar{X}A=767,1\pm111,3\text{dB.st}$ para as mulheres com voz normal; $\bar{X}F_{MÁX}=448,9\pm73,7\text{Hz}$, $\bar{X}F_{MÍN}=94,8\pm7,1\text{Hz}$, $\bar{X}EV=25,4\pm3,04\text{st}$, $\bar{X}I_{MÁX}=89,5\pm4,0\text{dB}$, $\bar{X}I_{MÍN}=50,2\pm1,8\text{dB}$, $\bar{X}EDM=40,2\pm4,1\text{dB}$ e $\bar{X}A=550,1\pm114,3\text{dB.st}$ para os homens com laringite e $\bar{X}F_{MÁX}=696,6\pm106,2\text{Hz}$, $\bar{X}F_{MÍN}=83\pm10,9\text{Hz}$, $\bar{X}EV=36,6\pm2,9\text{st}$, $\bar{X}I_{MÁX}=95,4\pm3,7\text{dB}$, $\bar{X}I_{MÍN}=46,2\pm0,4\text{dB}$, $\bar{X}EDM=49,2\pm3,5\text{dB}$ e $\bar{X}A=955,5\pm100,1\text{dB.st}$ para os homens com voz normal. De acordo com os resultados os autores encontraram valores de frequência fundamental, *jitter*, *shimmer* e ruído glótico significativamente maiores e frequência máxima da fonetografia, extensão vocal e área do fonetograma significativamente menores para os pacientes com laringite por refluxo em relação aos indivíduos com voz normal.

Um resumo dos valores das medidas da fonetografia, descritos na literatura estudada, estão apresentados no APÊNDICE B.

4 MATERIAL E MÉTODO

---

4 MATERIAL E MÉTODO

4.1 COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB-USP) - Processo nº 25/2006.

Todos os indivíduos foram esclarecidos sobre os procedimentos e objetivos deste estudo e convidados a participar do mesmo, o qual somente foi iniciado após a concordância e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. 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.

4.2 CASUÍSTICA

Participaram deste estudo 85 indivíduos do sexo masculino, com idades variando entre 8 e 18 anos ($\bar{X}=14$ anos $\pm$ 32 meses), divididos em 4 grupos de acordo com o desenvolvimento vocal:

- **Pré-muda:** formado por 10 (11,76%) indivíduos com vozes infantis e *pitch* estável e agudo, característico do período anterior à muda vocal;
- **Muda:** formado por 21 (24,71%) indivíduos com vozes características da adolescência, com *pitch* não tão agudo como o infantil e ainda não tão grave como na fase adulta, com instabilidade vocal e quebras de frequência, característicos do período da muda vocal;
- **Final muda:** formado por 30 (35,29%) indivíduos que apresentaram agravamento do *pitch*, mas ainda com características de imaturidade vocal e certa instabilidade, indicativo do período final da muda vocal;
- **Pós-muda:** formado por 24 (28,24%) indivíduos com vozes estáveis e com *pitch* agravado, característico da muda vocal completa.

A divisão dos grupos foi realizada de acordo com a avaliação perceptivo-auditiva de três juízes, que classificaram as vozes dos indivíduos em “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. A subclassificação do período da muda vocal em “muda” e “final muda” teve a finalidade de descrever melhor o desenvolvimento vocal neste período, uma vez que os subgrupos apresentam diferentes características vocais perceptivas, como já citado.

Somente foram incluídos nesta pesquisa os indivíduos que preencheram os seguintes requisitos:

- Não apresentar queixa de alterações respiratórias por ocasião da data do exame;
- Não ter sido submetido a cirurgias laríngeas;
- Não apresentar queixa de refluxo gastroesofágico;
- Não apresentar queixa de tensão cervical;
- Não fazer uso de medicamentos hormonais;
- Não ser e nunca ter sido fumante;
- Não fazer uso de bebidas alcoólicas diariamente;
- Relatar bom estado de saúde geral;
- Não ter treino vocal prévio;
- Ser falante nativo do português brasileiro;
- Conseguir bom desempenho na realização do exame, tal como: sustentar a emissão da vogal por aproximadamente 5 segundos ou mais, mantendo a intensidade em pelo menos 1 segundo.
- Apresentar grau de alteração vocal normal ou discreto na avaliação perceptivo-auditiva da voz pelos juízes. Os indivíduos que apresentaram grau de alteração vocal moderado e ausência de alteração laríngea na avaliação otorrinolaringológica foram incluídos na amostra.

Dos 96 indivíduos avaliados, 6 foram excluídos da amostra por não terem conseguido realizar a fonetografia e 6 foram encaminhados para avaliação laríngea por apresentarem grau de alteração vocal moderado na avaliação perceptivo-auditiva. Dos indivíduos encaminhados, apenas dois compareceram à Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB-USP) para realizar o exame laringoscópico. Um foi diagnosticado com presença de nódulos bilaterais nas

pregas vocais, enquanto o outro não apresentou alteração laríngea. Assim, este último foi mantido no presente estudo, sendo que os demais indivíduos com alteração vocal moderada foram excluídos do mesmo, totalizando 85 participantes. Não foi encontrado nenhum indivíduo com alteração vocal severa dentre os 96 avaliados.

4.3 MATERIAIS E PROCEDIMENTOS

Todos os indivíduos selecionados foram submetidos aos seguintes procedimentos:

- Entrevista

- Avaliação da maturação biológica
  - Medidas antropométricas de estatura e peso;
  - Avaliação da maturação sexual;

- Avaliação vocal
  - Gravação digital da voz;
  - Avaliação perceptivo-auditiva da voz falada;
  - Medidas da frequência fundamental habitual;
  - Fonetografia computadorizada;

4.3.1 ENTREVISTA

Foi realizada uma entrevista com 15 questões, sendo 5 sobre a auto-imagem vocal (questões 1, 2, 3, 14 e 15), duas sobre o constrangimento social devido à muda vocal (questões 11 e 12) e 8 questões sobre auto-percepção do desenvolvimento vocal (questões 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 13). Para elaboração do “Formulário de Entrevista Pré, Peri e Pós Muda Vocal” (APÊNDICE C) foi utilizado como base o “Questionário sobre a memória da muda vocal” aplicado por Gil et al. (1994).

As questões 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 e 13 não foram aplicadas aos indivíduos que relataram não ter percebido mudanças em sua voz que indicassem o início do período de muda vocal.

4.3.2 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA

A avaliação da maturação biológica foi realizada com o intuito de caracterizar a constituição física dos indivíduos e identificar em que estágio do desenvolvimento sexual estes se encontravam, uma vez que o desenvolvimento vocal acompanha a maturação física do indivíduo. Assim, foram selecionados procedimentos não invasivos, que não dependessem de exames laboratoriais e que pudessem ser realizados ou aplicados pela pesquisadora, como a avaliação das medidas antropométricas de peso e estatura e a auto-avaliação dos caracteres sexuais secundários.

4.3.2.1 ***Medidas Antropométricas***

Todos os indivíduos tiveram seu peso e sua estatura medidos de acordo com os critérios de mensuração recomendados por Crawford (1996). Para isso, foi utilizada uma balança analógica WELMY da WELMY Indústria e Comércio Ltda., modelo R-110, ano de fabricação 2001. A balança foi calibrada antes da medição de cada indivíduo.

4.3.2.2 ***Avaliação da Maturação Sexual***

A avaliação da maturação sexual foi realizada por meio de:

4.3.2.2.1 *Auto-avaliação do desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos*

Para a auto-avaliação do desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos foram utilizadas duas pranchas (uma para desenvolvimento dos genitais e outra para desenvolvimento dos pêlos pubianos) contendo as fotografias e as descrições dos eventos característicos de cada estágio (APÊNDICES D e E).

As pranchas foram elaboradas pela pesquisadora utilizando-se os critérios de classificação dos estágios de desenvolvimento sexual e as fotografias, ambos propostos por Tanner (1962). Os termos usados para descrever tais estágios foram traduzidos e adaptados para facilitar a compreensão pelos indivíduos. Nessa adaptação utilizou-se alguns termos encontrados nos estudos de Coli (1984) e Morris e Udry (1980). As descrições dos estágios de desenvolvimento presentes nas pranchas elaboradas para auto-avaliação são:

- **Estágios de desenvolvimento dos genitais:**
  - **G1.** - Ainda não houve aumento dos testículos, do escroto e do pênis.
  - **G2.** - Aumento do escroto e dos testículos.
    - A pele do escroto torna-se avermelhada e muda de textura.
    - Pequeno ou nenhum aumento do pênis.
  - **G3.** - Aumento do pênis, principalmente em comprimento.
    - Continua o crescimento dos testículos e do escroto.
  - **G4.** - Aumento do tamanho do pênis (largura).
    - Desenvolvimento da glândula.
    - Continua o aumento dos testículos e do escroto.
    - A pele escrotal fica mais pigmentada (com mais cor).
  - **G5.** - Genitais adultos em tamanho e forma.

- **Estágios de desenvolvimento dos pêlos pubianos:**
  - **P1.** - Ausência de pêlos pubianos.
  - **P2.** - Crescimento espalhado de pêlos finos e longos, levemente corados, lisos ou apenas levemente ondulados.
- Presentes principalmente na base do pênis.
  - **P3.** - Pêlos mais escuros, mais grossos e mais ondulados.
- Distribuídos na região pubiana, cobrem uma área maior que no estágio P2.
  - **P4.** - Os pêlos assemelham-se ao tipo adulto.
- A área coberta é consideravelmente menor que no adulto.
- Não há pêlos espalhados sobre a parte interna das coxas.
  - **P5.** - Pêlos com aparência de adulto em quantidade e tipo.
- Há pêlos espalhados sobre a parte interna das coxas.
- Não há pêlos próximo à linha Alba ou em qualquer lugar acima da base do triângulo invertido.
  - **P6** - Os pêlos pubianos espalham-se para a linha Alba.

No presente estudo os estágios de desenvolvimento de genitais e pêlos pubianos foram classificados, com base em Bonjardim e Hegg (1988) e Malina (1988), quanto ao período do desenvolvimento em:

Período pré-pubertário: estágios G1 e P1;

Estágio inicial do período pubertário: estágios G2 e P2;

Estágio intermediário do período pubertário: estágios G3 e P3;

Estágio final do período pubertário: estágios G4 e P4;

Período pós-pubertário: estágios G5 e P5 e P6, uma vez que o estágio P6 de pêlos pubianos é apenas uma variação, que pode ou não ocorrer, do estágio P5.

As pranchas de desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos foram apresentadas separadamente aos indivíduos. Foi esclarecido aos mesmos que as pranchas teriam como finalidade auxiliar na identificação do estágio de desenvolvimento sexual. Após a observação das pranchas pelos indivíduos, a pesquisadora leu e explicou os eventos característicos de cada estágio de desenvolvimento. Em seguida, foi solicitado que os indivíduos apontassem o estágio de desenvolvimento em que se encontravam. Os estágios selecionados por eles foram anotados pela avaliadora no “Formulário de Entrevista Pré, Peri e Pós Muda Vocal” (APÊNDICE C).

4.3.2.2.2 *Auto-avaliação da presença de pêlos axilares e pêlos faciais*

A avaliação dos pêlos das axilas e da face por inspeção médica foi utilizada por Coli (1984). Nessa avaliação não são consideradas a quantidade e a extensão dos pêlos e sim a presença ou a ausência destes. No presente estudo

essa avaliação foi realizada na forma de auto-avaliação. Assim, foi perguntado aos indivíduos se os mesmos apresentavam pêlos nas axilas e na face. As respostas obtidas, “sim” ou “não”, foram anotadas pela pesquisadora no “Formulário de Entrevista Pré, Peri e Pós Muda Vocal” (APÊNDICE C)

4.3.3 AVALIAÇÃO VOCAL

As avaliações vocais tiveram duração média de uma hora e foram realizadas no período da tarde para evitar as variações vocais, comuns pela manhã, após o repouso vocal noturno. O local utilizado foi o Laboratório de Voz da Clínica de Fonoaudiologia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo (sala com tratamento acústico), sendo que os indivíduos permaneceram assentados durante toda a avaliação.

4.3.3.1 Gravação Digital da Voz

Para as gravações foi utilizado o programa profissional de edição de áudio *Sound Forge 7.0* da *Sony Pictures Digital Inc.* e um microfone de cabeça unidirecional, AKG C444, posicionado a uma distância constante de 3 cm da comissura labial e conectado a um pré-amplificador estéreo da *KAY Elemetrics Corporation*, para controle do sinal de entrada. As gravações foram realizadas com um canal (mono), 16 bits e taxa de amostragem de 44.100Hz.

As amostras de fala gravadas foram as seguintes:

- Emissão de um trecho de conversa espontânea com duração média de 1 minuto, para a avaliação perceptivo-auditiva e extração da frequência fundamental (F_0) habitual. Foi sugerido aos participantes que falassem sobre atividades que gostavam de realizar, que falassem sobre a sua escola, sobre esportes praticados e sobre jogos e brincadeiras de sua preferência.
- Três repetições da emissão da vogal /a/ prolongada, com duração média de 5 segundos cada emissão, para a extração da F_0 habitual;

4.3.3.2 ***Avaliação Perceptivo-Auditiva da Voz Falada***

A avaliação perceptivo-auditiva das vozes foi realizada por três juízes Fonoaudiólogos especialistas em Voz, por meio da gravação da conversa espontânea.

O trecho de conversa espontânea de cada indivíduo foi editado^a, excluindo-se os trechos de silêncio ou de fala da pesquisadora. Os arquivos de som já editados foram armazenados em CD-R^b e entregues aos juízes juntamente com uma pasta contendo os protocolos (um para cada indivíduo) para anotação da análise realizada (APÊNDICE F). Essa análise teve a finalidade de detectar o grau de alteração vocal dos indivíduos e avaliar a qualidade vocal dos mesmos, além de classificar o estágio de desenvolvimento vocal de cada um deles.

---

^a O programa utilizado na edição foi o *Sound Forge 7.0* da *Sony Pictures Digital Inc.*

^b CD-R: *Compact Disc Recordable*.

A análise perceptivo-auditiva dos juízes foi realizada separadamente e incluiu:

- Identificação do estágio do desenvolvimento vocal: pré-muda vocal, muda vocal; final da muda vocal ou pós-muda vocal;
- A utilização da escala GIRBAS para a avaliação da qualidade vocal dos participantes.

4.3.3.3 ***Medidas da Freqüência Fundamental Habitual***

Uma das características da muda vocal masculina é a diminuição acentuada da freqüência vocal. Dessa forma, esta é uma medida imprescindível na avaliação do desenvolvimento da voz. Embora a fonetografia forneça os valores das freqüências em toda a extensão vocal (desde a mínima até a máxima), este exame não possibilita extrair o valor exato da freqüência fundamental habitual da voz.

Para medição da freqüência fundamental habitual foram selecionados a melhor emissão da vogal /a/ e a mesma amostra de conversa espontânea analisada pelos juízes. A fim de se eliminar os períodos de maior instabilidade vocal foi realizada a edição da vogal, excluindo-se um segundo inicial e um segundo final de cada emissão, por meio do programa *Sound Forge 7.0*^c.

---

^c Mesmo programa utilizado para a gravação das vozes.

Após a edição, as amostras de voz foram analisadas no programa *Multi-Dimensional Voice Program* (MDVP) da *KAY Elemetrics Corporation*, modelo 5105, versão 2.5.2. (Figura 1), sendo extraídos os valores da frequência fundamental habitual da vogal sustentada e da fala encadeada (Figura 2) de acordo com a seguinte fórmula:

$$F_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N F_0^{(i)} \quad (1)$$

Na qual:

$F_0^{(i)} = \frac{1}{T_0^{(i)}}$ = Frequência fundamental período a período.

$T_0^{(i)}, i=1,2,...N$ = Período de extração da frequência.

N = Número de períodos utilizados na extração da frequência.

(a)

(b)

Figura 1. Telas do programa MDVP (KAY Elemetrics) após a análise da frequência fundamental habitual (a) da vogal /a/ sustentada e (b) da fala encadeada. Em (a) e (b) observam-se destacadas as janelas referentes ao sinal de áudio (janela A) e ao histograma de frequência (janela E).

Figura 2. Telas do programa MDVP (KAY Elemetrics) mostrando os valores da frequência fundamental (F_0) habitual, expressos em Hertz, (a) da vogal /a/ sustentada e (b) da fala encadeada.

Dentre as medidas fornecidas pelo programa MDVP, foi utilizada apenas a medida da frequência fundamental.

O programa MDVP é usado para a análise da vogal /a/ sustentada. Entretanto, é possível utilizá-lo também para calcular o valor da frequência fundamental da fala encadeada. Sabe-se porém que ao analisar amostras de fala, os demais parâmetros fornecidos pelo programa (como medidas de perturbação de frequência, perturbação de amplitude, medidas de ruído) não devem ser levados em consideração.

4.3.3.4 ***Fonetografia Computadorizada***

Para a realização da fonetografia computadorizada foi utilizado o programa *Voice Range Profile* (VRP) da *KAY Elemetrics Corporation*, modelo 4326/-1/-2, versão 2.5.2 com um microfone de cabeça unidirecional, AKG C444, posicionado a uma distância constante de 3 cm da comissura labial e conectado ao pré-amplificador estéreo da *KAY Elemetrics Corporation*. Antes do início de cada fonetografia, realizou-se a calibração do pré-amplificador estéreo da *KAY Elemetrics Corporation*, de acordo com as instruções do manual do equipamento. Após a calibração, o microfone foi conectado a um atenuador de 20dB conectado ao pré-amplificador.

Para gerar o tom do estímulo que o indivíduo deveria reproduzir, utilizou-se o teclado musical contido na tela do *VRP*, no qual as notas estão dispostas em 5 oitavas seguindo a escala cromática Americana^d, porém iniciada em lá (A). Dessa forma, o *VRP* numera as oitavas de lá (A) a sol (G) e não de dó (C) a si (B), que é o padrão Americano e por isso, para algumas notas, a numeração das oitavas do *VRP*, difere da numeração da escala cromática Americana (Figura 3).

Figura 3. Teclado apresentado na tela do programa *Voice Range Profile* (KAY Elemetrics) mostrando a numeração das oitavas da escala Americana e do VRP.

Neste estudo, as notas musicais utilizadas foram nomeadas e numeradas segundo a notação utilizada pelo programa VRP.

^d A notação musical Americana inicia a contagem das oitavas a partir da nota musical “dó” e considera a 4ª oitava como sendo aquela que apresenta a nota “lá” cuja frequência fundamental é 440 Hz. Na escala americana as notas são nomeadas utilizando-se letras do alfabeto maiúsculas. Assim, as notas dó, ré, mi, fá, sol, lá, e si são nomeadas como C, D, E, F, G, A e B respectivamente.

O fonetograma, gráfico resultante da fonetografia, apresenta as frequências no eixo x (abscissa) em notas musicais e em Hertz (Hz), variando de A2 (55,00 Hz) a G#6 (1661,22 Hz) e as intensidades, no eixo y (ordenada), variando de 55 a 125dB (Figura 4).

Figura 4. Fonetograma em branco, obtido ao abrir o programa *Voice Range Profile* da KAY *Electronics*, mostrando: (a) a extensão de frequências em notas musicais e em Hertz (Hz) na abscissa e (b) a extensão de intensidades em decibel (dB) na ordenada.

Os indivíduos foram solicitados a emitir a vogal /a/ prolongada por aproximadamente 5 segundos, nas intensidades mais forte (excluindo-se o grito) e mais fraca possíveis, a partir da apresentação das notas musicais, sobre toda a extensão vocal (excluindo-se a emissão em registro basal). O exame foi iniciado na nota C3 (130,81Hz) para os indivíduos com voz grave e na nota C4 (261,63Hz) para os indivíduos com voz aguda, seguindo em escala ascendente e posteriormente descendente. Apenas as notas C (dó), E (mi), G (sol) e A (lá) da escala musical

foram apresentadas a fim de deixar o exame menos desgastante, uma vez que a fonetografia exige o potencial vocal máximo do indivíduo avaliado. Para identificar os limites da extensão vocal foram apresentados os semitons anteriores à nota que o indivíduo não conseguiu reproduzir. Os participantes foram incentivados durante todo o exame a produzirem o seu potencial máximo, repetindo, quantas vezes fosse necessário, as emissões solicitadas. As intensidades mínimas e máximas produzidas e sustentadas pelo indivíduo em toda a extensão vocal foram registradas, simultaneamente à emissão, na tela do fonetograma. Devido à precisão da fonetografia computadorizada o programa registra a nota emitida pelo indivíduo, independente da nota apresentada, como ilustra a Figura 5.

Figura 5. Fonetograma de um dos indivíduos da amostra ilustrando: **(a)** frequência mínima da fonetografia; **(b)** frequência máxima da fonetografia e **(c)** extensão vocal da fonetografia; **(d)** intensidade mínima, **(e)** intensidade máxima e **(f)** extensão dinâmica de uma das notas da extensão vocal. O cursor vermelho indica a frequência mínima da extensão vocal e sua intensidade máxima. O valor da frequência, expresso em Hertz e nota musical e o valor da intensidade, em decibel, podem ser observados na parte inferior da tela do programa (retângulo vermelho).

Para a análise das medidas da fonetografia foram inseridos no programa FonetoBD - Banco de Dados Sobre Fonetografia (MAGALHÃES, 2004) os valores das intensidades mínimas e máximas produzidas pelo indivíduo para cada um dos semitons registrados da tela do programa VRP durante a fonetografia. O fonetograma gerado pelo programa FonetoBD apresenta duas curvas: a curva superior, obtida pela conexão do pontos que representam as intensidades máximas da fonetografia e a curva inferior, obtida a partir conexão do pontos que representam as intensidades mínimas da fonetografia (Figura 6).

Figura 6. Fonetograma de um dos participantes deste estudo gerado pelo programa FonetoBD (MAGALHÃES, 2004). A figura mostra as curvas superior (linha vermelha) e inferior (linha verde) do fonetograma, sendo que a área compreendida entre as duas curvas representa a área do fonetograma.

4.3.3.4.1 Medidas analisadas

Foram analisadas as seguintes medidas obtidas pela fonetografia:

4.3.3.4.1.1 Medidas da Freqüência

- **Freqüência mínima:** expressa em semitons e em Hertz. Corresponde à nota mais grave produzida por um indivíduo;
- **Freqüência máxima:** expressa em semitons e em Hertz. Corresponde à nota mais aguda produzida por um indivíduo;
- **Extensão vocal:** expressa em número de semitons. É o número total de notas musicais produzidas, desde a mais grave até a mais aguda. A extensão vocal foi calculada pelo programa FonetoBD de acordo com a seguinte fórmula (MAGALHÃES, 2004):

$$EV = F_{0 \text{ MÁX}} - F_{0 \text{ MÍN}}$$

(2)

Na qual:

EV = Extensão vocal medida em número de semitons.

$F_{0 \text{ MÁX}}$ = Maior freqüência, expressa em semitom, que o indivíduo foi capaz de produzir.

$F_{0 \text{ MÍN}}$ = Menor freqüência, expressa em semitom, que o indivíduo foi capaz de produzir.

Os valores das frequências das notas musicais foram convertidos em semitom (st) com a finalidade de realizar o cálculo da extensão vocal. Uma vez que a escala musical é representada de forma logarítmica, intervalos acústicos iguais em diferentes pontos da escala musical apresentam diferentes extensões em Hertz. Assim, os valores da extensão vocal obtida na fonetografia vêm sendo utilizados em semitom por diversos autores (BEHLAU, M. et al., 2001; BÖHME; STUCHLIK, 1995; COLEMAN; MABIS; HINSON, 1977; GRAMMING; ÅKERLUN, 1988; HACKI, 1999; HEYLEN et al., 1998; KLINGHOLZ, 1992; LEBORGNE; WEINRICH, 2002; MA et al., 2006; MA; YIU, 2006; MCALLISTER et al., 1994; MONTOJO; GARMENDIA; COBETA, 2006; NEUSCHAFER-RUBE; ŠRAM; KLAJMAN, 1997; PRIBUIŠIENĖ et al., 2006; PRIBUIŠIENĖ; ULOZA; ŠAFERIS, 2005; TELES-MAGALHÃES; PEGORARO-KROOK; PEGORARO, 2000; TITZE et al., 1995; WUYTS et al., 2003).

Para a conversão de Hertz (Hz) para semitom (st) foi utilizada a fórmula abaixo:

$$\text{st} = \log_{\sqrt[12]{2}} \left(\frac{f}{r} \right) \quad (3)$$

Na qual:

st = Semitom.

f = Valor da frequência.

r = Valor referencial de 16,352Hz (COLEMAN; MABIS; HINSON, 1977).

A partir dessa fórmula obteve-se o valor em semitom para as notas do VRP (Tabela 1).

Tabela 1 – Tabela de conversão das frequências (Hz) em semitons e notas musicais do *Voice Range Profile* (VRP) e da Escala Americana.

HERTZ	SEMITOM	NOTAS MUSICAIS	
		VRP	Escala Americana
55,00	21	A2	A1
65,41	24	C2	C2
82,41	28	E2	E2
98,00	31	G2	G2
110,00	33	A3	A2
130,81	36	C3	C3
164,81	40	E3	E3
196,00	43	G3	G3
220,00	45	A4	A3
261,63	48	C4	C4
392,63	52	E4	E4
392,00	55	G4	G4
440,00	57	A5	A4
523,25	60	C5	C5
659,26	64	E5	E5
783,99	67	G5	G5
880,00	69	A6	A5
1046,50	72	C6	C6
1318,51	76	E6	E6
1567,98	79	G6	G6

4.3.3.4.1.2 Medidas da Intensidade

- **Intensidade mínima:** expressa em decibel. Foi obtida a partir do ponto mais baixo da curva inferior do fonetograma;
- **Intensidade máxima:** expressa em decibel. Foi obtida a partir do ponto mais alto da curva superior do fonetograma;

Extensão Dinâmica Máxima (EDM): expressa em decibel. É a maior diferença de intensidade existente entre as curvas superior e inferior do fonetograma em uma mesma frequência. Esta medida foi calculada pelo programa FonetoBD utilizando-se a fórmula da extensão

dinâmica, uma vez que a extensão dinâmica máxima é a maior extensão dinâmica encontrada em todas as frequências pesquisadas (MAGALHÃES, 2004):

$$ED = Int_{MÁX} - Int_{MÍN}$$

(4)

Na qual:

ED = Extensão dinâmica (dB).

$Int_{MÁX}$ = Maior intensidade, expressa em dB, que o indivíduo foi capaz de produzir para uma determinada frequência.

$Int_{MÍN}$ = Menor intensidade, expressa em dB, que o indivíduo foi capaz de produzir para uma determinada frequência.

4.3.3.4.1.3 Área do Fonetograma

A área do fonetograma, expressa em cm^2 , é compreendida como sendo a área resultante da conexão entre todos os pontos das curvas inferior e superior em relação à extensão vocal. O cálculo da área do fonetograma foi realizado pelo programa FonetoBD utilizando-se seguinte fórmula (MAGALHÃES, 2004):

(5)

$$Área = \sum_{i=1}^{n-1} \{ [(Int_{MÁX\ i} - Int_{MÍN\ i}) + (Int_{MÁX\ i+1} - Int_{MÍN\ i+1})] / 2 \} \cdot (st_{i+1} - st_i)$$

Na qual:

$Int_{MÁX}$ = Maior intensidade, expressa em dB, que o indivíduo foi capaz de produzir para aquela determinada frequência.

$Int_{MÍN}$ = Menor intensidade, expressa em dB, que o indivíduo foi capaz de produzir para aquela determinada frequência.

st = Semitom em que foi feita a medida das intensidades máxima e mínima.

n = Número de elementos (semitons) pertencentes ao fonetograma.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos neste estudo foram apresentados em tabelas e gráficos para facilitar sua análise e apresentação, utilizando-se como estatísticas descritivas para as diversas variáveis a média, o desvio padrão e porcentagens, quando apropriadas.

A comparação estatística dos resultados obtidos entre os quatro grupos de indivíduos foi realizada pela Análise de Variância (ANOVA) a um critério e pelo Teste de Tukey.

Para a análise da concordância inter juízes quanto à identificação do estágio de desenvolvimento vocal, utilizou-se o coeficiente Kappa. Os resultados dos coeficientes Kappa foram interpretados a partir dos estudos de Landis e Koch (1977).

Com a finalidade de verificar a existência de correlação entre as variáveis foi realizada a Correlação de Spearman e para verificar a associação entre variáveis qualitativas não ordinais utilizou-se o Teste Exato de Fisher.

Para todos os testes realizados foram considerados significantes os resultados com a probabilidade menor que 5% ($p < 0,05$) sob a hipótese de nulidade.

5 RESULTADOS

---

5 RESULTADOS

Os indivíduos foram divididos nos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda” segundo o estágio de desenvolvimento vocal. Essa classificação foi obtida pela moda dos resultados da avaliação perceptivo-auditiva de três juízes. A concordância inter juízes foi observada por meio do Coeficiente Kappa, que variou de 0,28 a 0,45 ($\bar{X}=0,38$), representando concordância razoável entre os juízes.

A distribuição da idade dos participantes deste estudo com relação aos grupos foi: no grupo “pré-muda” as idades variaram entre 8 anos e 2 meses e 11 anos e 4 meses ($\bar{X}=9$ anos ± 10 meses); no grupo “muda”, entre 10 anos e 1 mês e 15 anos e 4 meses ($\bar{X}=12$ anos ± 16 meses); no grupo “final muda”, entre 12 anos e 8 meses e 18 anos ($\bar{X}=15$ anos ± 19 meses) e no grupo “pós-muda”, entre 13 anos e 8 meses e 18 anos e 11 meses ($\bar{X}=16$ anos ± 18 meses).

Segundo os resultados da Análise de Variância (ANOVA) a um critério e do Teste de Tukey, a média da idade do grupo “final muda” apresentou-se significativamente maior que a do grupo “muda” que, por sua vez, apresentou-se significativamente maior que a do grupo “pré-muda” ($p<0,01$). Não houve diferença significativa entre as médias das idades dos grupos “final muda” e “pós-muda”. Esses

dados estão apresentados no Gráfico 1. O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva forte entre a idade e o desenvolvimento vocal ($r_s=0,80$; $p<0,01$).

Gráfico 1. Idades mínima, máxima e média, expressas em anos, desvio padrão da idade, expresso em meses, e resultados da ANOVA e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

5.1 ENTREVISTA

Quanto à entrevista, a partir da análise das questões sobre auto-imagem vocal (AIV), observou-se que dos 85 (100%) indivíduos da amostra 77 (90,59%) relataram AIV positiva e 8 (9,41%) negativa. Em todos os grupos predominou a AIV positiva, sendo que no grupo “pré-muda” 8 (80,00%) indivíduos relataram AIV positiva e 2 (20,00%) negativa; no grupo “muda” 20 (95,24%) indivíduos relataram AIV positiva e 1 (4,76%) negativa; no grupo “final muda” 27 (90,00%) indivíduos relataram AIV positiva e 3 (10,00%) negativa e no grupo “pós-muda” 22 (91,67%) indivíduos relataram AIV positiva e 2 (8,33%) negativa (Gráfico 2).

Gráfico 2. Porcentagem de ocorrência da auto-imagem vocal positiva e negativa nos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

A partir da análise das questões referentes ao relato de constrangimento devido à muda vocal constatou-se que 22 (25,88%) indivíduos relataram ter passado por constrangimento, 43 (50,59%) relataram nunca ter passado por constrangimento e 20 (23,53%) não responderam às questões referentes ao constrangimento social devido à muda vocal, por não terem percebido modificações em sua própria voz que indicassem o início da muda vocal (Gráfico 3).

Dos indivíduos que não responderam as questões sobre constrangimento devido à muda vocal (N=20), 9 (45,00%) apresentaram-se no grupo "pré-muda", 9 (45,00%) no grupo "muda" e 2 (10,00%) no grupo "final muda". Dessa forma foi possível observar que, em alguns casos, o relato dos indivíduos não concordou com a avaliação dos juizes, provavelmente devido à dificuldade de autopercepção dos indivíduos em relação ao desenvolvimento vocal, uma vez que foi observado em toda a amostra que alguns participantes apresentaram respostas inconsistentes e/ou não conseguiram responder muitas das questões por não se lembrarem das características da própria voz no período anterior ou da muda vocal. Dessa forma, não foi realizada a análise de todas as questões referentes à autopercepção do desenvolvimento vocal.

Gráfico 3. Distribuição da amostra quanto ao relato de constrangimento devido à muda vocal.

Dos indivíduos que relataram ter passado por algum constrangimento (N=22), 18 (81,82%) relataram AIV positiva e 4 (18,18%) AIV negativa e, dos indivíduos que relataram nunca ter passado por constrangimento (N=43), 41 (95,35%) relataram AIV positiva e 2 (4,65%) relataram AIV negativa (Gráfico 4).

Embora a porcentagem de indivíduos que relataram AIV negativa tenha sido maior no grupo que relatou ter passado por constrangimento do que no grupo em que não houve relato de constrangimento, o Teste Exato de Fisher não mostrou relação entre os relatos de AIV e de constrangimento ($p=0,168$).

Gráfico 4. Porcentagem de ocorrência do relato de auto-imagem vocal com relação à presença ou ausência de constrangimento durante a muda vocal¹.

¹ Foram considerados apenas os indivíduos que responderam às questões sobre constrangimento devido à muda vocal.

5.2 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO BIOLÓGICA

5.2.1 MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

5.2.1.1 *Peso*

Em relação à média e ao desvio padrão do peso, o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=35,1$ ($\pm 11,21$) kg; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=48,8$ ($\pm 14,89$) kg; o grupo “final muda” $\bar{X}=61,2$ ($\pm 11,95$) kg e o grupo “pós-muda” $\bar{X}=67,2$ ($\pm 10,39$) kg (Gráfico 5).

Gráfico 5. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão do peso, expressos em quilograma (kg), e resultados da ANOVA e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

Segundo os resultados da Análise de Variância (ANOVA) a um critério e do Teste de Tukey (Gráfico 5), a média do peso do grupo “final muda” apresentou-se

significativamente maior que a do grupo “muda” que, por sua vez, apresentou-se significativamente maior que a do grupo “pré-muda” ($p < 0,01$). Não houve diferença significativa entre as médias do peso dos grupos “final muda” e “pós-muda”. O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva média entre o peso e o desenvolvimento vocal ($r = 0,60$; $p < 0,01$).

5.2.1.2 *Estatura*

Com relação à média e ao desvio padrão da estatura, o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X} = 1,40$ ($\pm 0,06$) m; o grupo “muda” apresentou $\bar{X} = 1,52$ ($\pm 0,09$) m; o grupo “final muda” $\bar{X} = 1,69$ ($\pm 0,06$) m e o grupo “pós-muda” $\bar{X} = 1,75$ ($\pm 0,09$) m (Gráfico 6).

Gráfico 6. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da estatura, expressos em metros (m), e resultados da ANOVA e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

Conforme os resultados da Análise de Variância a um critério e do Teste de Tukey (Gráfico 6), a média da estatura do grupo “pós-muda” apresentou-se significativamente maior que a do grupo “final muda” ($p < 0,01$). A média da estatura do grupo “muda” apresentou-se significativamente menor que a do grupo “final muda” e significativamente maior que a do grupo “pré-muda” ($p < 0,01$). O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva forte entre a estatura e o desenvolvimento vocal ($r_s = 0,79$; $p < 0,01$).

5.2.2 AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO SEXUAL

5.2.2.1 Auto-avaliação do Desenvolvimento dos Genitais e dos Pêlos Pubianos

Em relação à auto-avaliação do desenvolvimento dos genitais, no grupo “pré-muda” 1 (10,00%) indivíduo relatou estar no estágio G1, 4 (40,00%) indivíduos relataram estar no estágio G2 e 5 (50,00%) no estágio G3; no grupo “muda” 2 (9,52%) indivíduos relataram estar no estágio G2, 12 (57,14%) no estágio G3 e 7 (33,33%) no estágio G4; no grupo “final muda” 4 (13,33%) indivíduos relataram estar no estágio G3, 17 (56,67%) no estágio G4 e 9 (30,00%) no estágio G5 e no grupo “pós-muda” 14 (58,33%) indivíduos relataram estar no estágio G4 e 10 (41,67%) no estágio G5 (Gráfico 7).

Gráfico 7. Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto ao estágio de desenvolvimento dos genitais dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

Assim, no grupo "pré-muda" observou-se um indivíduo no período pré-pubertário (G1) e a maioria no período pubertário, nos estágios inicial (G2) e intermediário (G3). Durante o período da muda vocal (grupos "muda" e "final muda") foram encontrados indivíduos em todos os estágios do período pubertário (G2, G3 e G4) e também no período pós-pubertário (G5), sendo maior a ocorrência dos estágios G3 e G4. No grupo "pós-muda" foram encontrados indivíduos nos estágios G4 e G5, sendo maior a ocorrência do estágio G4 (Gráfico 7).

O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva média a forte entre o desenvolvimento dos genitais e o desenvolvimento vocal ($r_s=0,71$; $p<0,01$).

Quanto à auto-avaliação do desenvolvimento dos pêlos pubianos, no grupo “pré-muda” 3 (30,00%) indivíduos relataram estar no estágio P1, 6 (60,00%) no estágio P2 e 1 (10,00%) indivíduo relatou estar no estágio P3; no grupo “muda” 9 (42,86%) indivíduos relataram estar no estágio P2, 4 (19,05%) no estágio P3, 5 (23,81%) no estágio P4 e 3 (14,29%) no estágio P5; no grupo “final muda” 1 (3,33%) indivíduo relatou estar no estágio P3, 8 (26,67%) indivíduos relataram estar no estágio P4, 8 (26,67%) no estágio P5 e 13 (43,33%) no estágio P6 e no grupo “pós-muda” 3 (12,50%) indivíduos relataram estar no estágio P4, 9 (37,50%) no estágio P5 e 12 (50,00%) no estágio P6 (Gráfico 8).

Gráfico 8. Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto ao estágio de desenvolvimento dos pêlos pubianos dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

Assim, no grupo "pré-muda" observou-se indivíduos nos períodos pré-pubertário (P1) e pubertário, nos estágios inicial (P2) e intermediário (P3), sendo maior a ocorrência do estágio P2. Durante o período da muda vocal (grupos "muda" e "final muda") foram encontrados indivíduos em todos os estágios dos períodos pubertário e pós-pubertário (P5 e P6), sendo maior a ocorrência do estágio final do período pubertário (P4) e do período pós-pubertário (P6). No grupo "pós-muda" foram encontrados indivíduos no estágio final do período pubertário (P4), com maior ocorrência de indivíduos no período pós-pubertário (P5 e P6).

O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva média a forte entre o desenvolvimento dos pêlos pubianos e o desenvolvimento vocal ($r_s=0,73$; $p<0,01$).

5.2.2.2 Auto-avaliação da Presença de Pêlos Axilares e Pêlos Faciais

Com relação à auto-avaliação de pêlos axilares, no grupo “pré-muda” 8 (80,00%) indivíduos relataram ausência e 2 (20,00%) relataram presença de pêlos axilares; no grupo “muda” 8 (38,10%) indivíduos relataram ausência e 13 (61,90%) presença; no grupo “final muda” 1 (3,33%) indivíduo relatou ausência e 29 (96,67%) indivíduos relataram presença e no grupo “pós-muda” 100% dos indivíduos relataram presença de pêlos axilares (Gráfico 9).

O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva média entre a presença de pêlos axilares e o desenvolvimento vocal ($r_s=0,59$; $p<0,01$).

Gráfico 9. Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto à presença e ausência de pêlos axilares dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

Quanto aos pêlos faciais, no grupo “pré-muda” todos os indivíduos (100%) relataram ausência de pêlos faciais; no grupo “muda” 11 (52,38%) indivíduos relataram ausência e 10 (47,62%) relataram presença de pêlos faciais; no grupo “final muda” 2 (6,67%) indivíduos relataram ausência e 28 (93,33%) relataram presença de pêlos faciais; no grupo “pós-muda” 1 (4,17%) indivíduo relatou ausência e 23 (95,83%) indivíduos relataram presença de pêlos faciais (Gráfico 10).

O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva média entre a presença de pêlos faciais e o desenvolvimento vocal ($r_s=0,64$; $p<0,01$).

Gráfico 10. Distribuição da amostra, em porcentagem, quanto à presença e ausência de pêlos faciais dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

5.3 AVALIAÇÃO VOCAL

5.3.1 AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA DA VOZ

O resultado da avaliação perceptivo-auditiva utilizando a escala GIBBAS indicou que, em relação ao fator “grau de alteração vocal”, no grupo “pré-muda” 9 (90,00%) indivíduos foram julgados com ausência de alteração vocal e 1 (10,00%) com alteração vocal discreta; no grupo “muda” 14 (66,67%) indivíduos foram julgados com ausência de alteração vocal, 6 (28,57%) com alteração vocal discreta e 1 (4,76%) com alteração vocal moderada (este indivíduo foi incluído no estudo, por não apresentar alteração laríngea); no grupo “final muda” 23 (76,67%) indivíduos foram julgados com ausência de alteração vocal e 7 (23,33%) com alteração vocal discreta e no grupo “pós-muda” 23 (95,83%) indivíduos foram julgados com ausência de alteração vocal e 1 (4,17%) foi julgado com alteração vocal discreta (Gráfico 11).

Gráfico 11. Porcentagem de ocorrência do grau de alteração vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

Quanto ao fator instabilidade, no grupo “pré-muda” todos os indivíduos (100%) foram julgados com ausência de instabilidade; no grupo “muda” 18 (85,71%) indivíduos foram julgados com ausência de instabilidade, 2 (9,52%) com instabilidade discreta e 1 (4,76%) indivíduo com instabilidade moderada; no grupo “final muda” 28 (93,33%) indivíduos foram julgados com ausência de instabilidade e 2 (6,67%) com instabilidade discreta e no grupo “pós-muda” 21 (87,50%) indivíduos foram julgados com ausência de instabilidade e 3 (12,50%) com instabilidade discreta. Nenhum indivíduo foi julgado com instabilidade severa (Gráfico 12).

Gráfico 12. Porcentagem de ocorrência de instabilidade vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

Em relação ao fator rugosidade, no grupo “pré-muda” 6 (60,00%) indivíduos foram julgados com ausência de rugosidade e 4 (40,00%) com rugosidade discreta; no grupo “muda” 10 (47,62%) indivíduos foram julgados com ausência de rugosidade, 10 (47,62%) com rugosidade discreta e 1 (4,76%) com rugosidade moderada; no grupo “final muda” 8 (26,67%) indivíduos foram julgados com ausência de rugosidade, 19 (63,33%) com rugosidade discreta e 3 (10,00%) com rugosidade moderada e no grupo “pós-muda” 9 (37,50%) indivíduos foram julgados com ausência de rugosidade, 14 (58,33%) com rugosidade discreta e 1 (4,17%) indivíduo foi julgado com rugosidade moderada. Nenhum indivíduo foi julgado com rugosidade severa (Gráfico 13).

Gráfico 13. Porcentagem de ocorrência de rugosidade vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

No que diz respeito ao fator soproosidade, no grupo “pré-muda” 4 (40,00%) indivíduos foram julgados com ausência de soproosidade e 6 (60,00%) com soproosidade discreta; no grupo “muda” 12 (57,14%) indivíduos foram julgados com ausência de soproosidade, 8 (38,10%) com soproosidade discreta e 1 (4,76%) indivíduo foi julgado com soproosidade moderada; no grupo “final muda” 22 (73,33%) indivíduos foram julgados com ausência de soproosidade e 8 (26,67%) com soproosidade discreta e no grupo “pós-muda” 21 (87,50%) indivíduos foram julgados com ausência de soproosidade e 3 (12,50%) foram julgados com soproosidade moderada. Nenhum indivíduo foi julgado com soproosidade severa (Gráfico 14).

Gráfico 14. Porcentagem de ocorrência de soproosidade vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

Quanto ao fator astenia, todos os indivíduos (100%) foram julgados com ausência de astenia.

Com relação ao fator tensão, no grupo “pré-muda” 8 (80,00%) indivíduos foram julgados com ausência de tensão e 2 (20,00%) com tensão discreta; nos grupos “muda”, “final muda” e “pós-muda” todos os indivíduos (100%) foram julgados com ausência de tensão. Nenhum indivíduo foi julgado com tensão moderada ou severa (Gráfico 15).

Gráfico 15. Distribuição da amostra quanto à tensão vocal em relação aos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

5.3.2 *MEDIDAS DA FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL HABITUAL*

Quanto à média e ao desvio padrão da frequência fundamental (F_0) habitual da vogal /a/ sustentada e da conversa espontânea, expressos em Hertz (Hz), o grupo “pré-muda” apresentou, respectivamente, $\bar{X}=242,08(\pm 26,69)$ Hz e $\bar{X}=267,99 (\pm 25,83)$ Hz; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=197,92 (\pm 32,30)$ Hz e $\bar{X}=218,86 (\pm 33,03)$ Hz; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=120,65 (\pm 21,74)$ Hz e $\bar{X}=133,57 (\pm 23,20)$ Hz e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=109,05 (\pm 14,46)$ Hz e $\bar{X}=122,11 (\pm 17,01)$ Hz (Gráficos 16 e 17). Segundo os resultados da Análise de Variância (ANOVA) a um critério e do Teste de Tukey (Gráficos 16 e 17), as médias da F_0 habitual tanto da vogal sustentada como da conversa espontânea do grupo “pré-muda” apresentaram-se significativamente maiores que as do grupo “muda” que, por sua vez, apresentaram-se significativamente maiores que as do grupo “final muda” ($p<0,01$).

O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação negativa forte entre a F_0 habitual da vogal sustentada e conversa espontânea e o desenvolvimento vocal ($r_s = -0,78$; $p<0,01$ e $r_s = -0,79$; $p<0,01$, respectivamente).

Gráfico 16. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da frequência fundamental habitual da vogal /a/ sustentada, expressos em Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

Gráfico 17. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão frequência fundamental habitual da conversa espontânea, expressos em Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

Pela razão entre duas freqüências sonoras diferentes obtém-se o intervalo acústico entre as mesmas. Quando o valor da razão entre a freqüência mais aguda e a mais grave é igual a 2, o intervalo acústico entre essas freqüências é de uma oitava (12 semitons). Dessa forma, como a razão entre as médias das freqüências habituais dos grupos “pré-muda” e “final muda” foi 2,0 para a vogal sustentada e para a conversa espontânea, pode-se afirmar que a diferença entre as médias da F_0 habitual destes grupos, tanto para a vogal como para a fala espontânea corresponde, aproximadamente, ao intervalo acústico de uma oitava. Com relação aos grupos “pré-muda” e “pós-muda”, a razão entre as médias das freqüências habituais foi ainda maior, sendo 2,22 para a vogal sustentada e 2,20 para a conversa espontânea, o que corresponde, aproximadamente, a 14 semitons para a vogal e 13 semitons para a fala espontânea.

5.3.3 **FONETOGRRAFIA COMPUTADORIZADA**

No que diz respeito à análise da fonetografia, serão apresentados os resultados das medidas da freqüência (freqüência mínima, freqüência máxima e extensão vocal), da intensidade (intensidade mínima, intensidade máxima e extensão dinâmica máxima) e da área do fonetograma em relação aos grupos estudados.

5.3.3.1 Medidas da Freqüência

5.3.3.1.1 Freqüência Mínima da Fonetografia

Em relação à média e ao desvio padrão da freqüência mínima, expressos em semitom (st) e em Hertz (Hz), o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=40 (\pm 1,55)$ st ou $\bar{X}=167,34 (\pm 15,46)$ Hz; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=38 (\pm 3,04)$ st ou $\bar{X}=152,58 (\pm 24,32)$ Hz; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=30 (\pm 2,99)$ st ou $\bar{X}=95,03 (\pm 18,38)$ Hz e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=29 (\pm 2,56)$ st ou $\bar{X}=88,89 (\pm 13,73)$ Hz (Tabela 2). Segundo os resultados da Análise de Variância (ANOVA) a um critério e do Teste de Tukey (Tabela 2), a média da freqüência mínima da fonetografia apresentada pelo grupo “final muda” foi significativamente menor que a do grupo “muda” ($p<0,01$). O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação negativa forte entre a freqüência mínima da fonetografia e os estágios de desenvolvimento vocal ($r_s = -0,75$; $p<0,01$).

Tabela 2 – Valores mínimo e máximo, média e desvio padrão da freqüência mínima da fonetografia, expressos em semitom (st), nota musical e Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

GRUPOS	FREQÜÊNCIA MÍNIMA DA FONETOGRÁFIA								
	VALOR MÍNIMO			VALOR MÁXIMO			MÉDIA		
	st	Nota** musical	Hz	st	Nota** musical	Hz	st (DP)*	Nota** musical	Hz (DP)
PRÉ-MUDA	39	D#3	155,56	43	G3	196,00	40 ($\pm 1,55$) a	E3	167,34 ($\pm 15,46$)
MUDA	29	F2	87,31	43	G3	196,00	38 ($\pm 3,04$) a	D3	152,58 ($\pm 24,32$)
FINAL MUDA	25	C#2	69,30	40	E3	164,81	30 ($\pm 2,99$) b	F#2	95,03 ($\pm 18,38$)
PÓS-MUDA	25	C#2	69,30	35	B3	123,47	29 ($\pm 2,56$) b	F2	88,89 ($\pm 13,73$)

* letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre as médias dos grupos.

** ver Figura 7.

5.3.3.1.2 *Frequência Máxima da Fonetografia*

Quanto à média e ao desvio padrão da frequência máxima obtida na fonetografia, expressos em st e em Hz, o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=73$ ($\pm 4,28$) st ou $\bar{X}=1106,51$ ($\pm 265,63$) Hz; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=71$ ($\pm 3,34$) st ou $\bar{X}=1027,83$ ($\pm 200,31$) Hz; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=66$ ($\pm 5,57$) st ou $\bar{X}=771,62$ ($\pm 223,06$) Hz e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=66$ ($\pm 3,83$) st ou $\bar{X}=760,96$ ($\pm 167,17$) Hz (Tabela 3).

De acordo com os resultados da Análise de Variância (ANOVA) a um critério e do Teste de Tukey (Tabela 3), a média da frequência máxima da fonetografia apresentada pelo grupo “muda” foi significativamente maior que a do grupo “final muda” ($p<0,01$). O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação negativa média entre a frequência máxima da fonetografia e o desenvolvimento vocal ($r_s = -0,52$; $p<0,01$).

Tabela 3 – Valores mínimo e máximo, média e desvio padrão da frequência máxima da fonetografia, expressos em semitom (st) nota musical e Hertz (Hz), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

GRUPOS	FREQUÊNCIA MÁXIMA DA FONETOGRÁFIA								
	VALOR MÍNIMO			VALOR MÁXIMO			MÉDIA		
	st	Nota** musical	Hz	st	Nota** musical	Hz	st (DP)*	Nota** musical	Hz (DP)
PRÉ-MUDA	66	F#5	739,99	79	G6	1567,98	73 ($\pm 4,28$) a	C#6	1106,51 ($\pm 265,63$)
MUDA	65	F5	698,46	78	F#6	1479,98	71 ($\pm 3,34$) a	B6	1027,83 ($\pm 200,31$)
FINAL MUDA	50	D4	293,66	76	E6	1318,51	66 ($\pm 5,57$) b	F#5	771,62 ($\pm 223,06$)
PÓS-MUDA	57	A5	440,00	74	D6	1174,66	66 ($\pm 3,83$) b	F#5	760,96 ($\pm 167,17$)

* letras diferentes indicam diferença estatisticamente significante entre as médias dos grupos.

** ver Figura 7.

Figura 7. Representação, em relação à escala musical, dos valores mínimo e máximo, média e desvio padrão das frequências mínima e máxima da fonetografia para os grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

5.3.3.1.3 *Extensão Vocal*

Em relação à média e ao desvio padrão da extensão vocal obtida na fonetografia, expressos em número de semitons (st), o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=32 (\pm 3,20)$ st; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=33 (\pm 3,60)$ st; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=36 (\pm 5,69)$ st e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=37 (\pm 4,70)$ st (Gráfico 18).

Segundo o resultado da Análise de Variância (ANOVA) a um critério, houve um aumento estatisticamente significativo da média da extensão vocal entre os grupos “pré-muda” e “pós-muda” ($p<0,01$). O resultado da Correlação de Spearman indicou correlação positiva fraca entre a extensão vocal da fonetografia e o desenvolvimento vocal ($r_s=0,38$; $p<0,01$).

Gráfico 18. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da extensão vocal (EV) obtida pela fonetografia, expressos em número de semitons (st), e resultados da Análise de Variância e do Teste de Tukey dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”. (*) letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre as médias dos grupos.

Figura 8. Representação das extensões vocais médias dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda” em relação à escala musical.

Observou-se que, durante a realização da fonetografia, 29 (34,12%) dos 85 indivíduos apresentaram quebra de freqüência. No grupo “muda” 9 (42,86%) indivíduos apresentaram quebra de freqüência durante a fonetografia; no grupo “final muda” 13 (43,33%) e no grupo “pós-muda” 7 (29,17%) indivíduos apresentaram quebra de freqüência. Nenhum dos indivíduos do grupo “pré-muda” apresentou quebra de freqüência durante a realização da fonetografia (Gráfico 19).

Uma vez que a maioria dos indivíduos que apresentaram quebra de freqüência na fonetografia estavam nos grupos “muda” e “final muda”, ou seja, durante a muda vocal, procurou-se verificar a existência ou não de relação entre o período da muda vocal e a ocorrência de quebra de freqüência na fonetografia. Pela realização do Teste Exato de Fisher observou-se relação entre o período da muda vocal (grupos “muda” e “final muda”) e a ocorrência de quebra de freqüência durante a fonetografia ($p=0,038$).

Gráfico 19. Distribuição dos indivíduos dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda” quanto à ocorrência de quebra de freqüência durante a realização da fonetografia.

5.3.3.2 Medidas da Intensidade

5.3.3.2.1 Intensidade Mínima da Fonetografia

Com respeito à média e ao desvio padrão da intensidade mínima obtida na fonetografia, expressos em decibel (dB), o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=67$ ($\pm 2,94$) dB; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=67$ ($\pm 4,15$) dB; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=69$ ($\pm 4,57$) dB e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=66$ ($\pm 3,48$) dB (Gráfico 20).

Segundo o resultado da Análise de Variância (ANOVA) a um critério, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados quanto à média da intensidade mínima da fonetografia ($p=0,109$).

Gráfico 20. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da intensidade mínima da fonetografia, expressos em decibel (dB).

5.3.3.2.2 *Intensidade Máxima da Fonetografia*

Quanto à média e ao desvio padrão da intensidade máxima obtida na fonetografia, expressos em dB, o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=116 (\pm 7,21)$ dB; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=117 (\pm 3,78)$ dB; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=117 (\pm 4,71)$ dB e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=118 (\pm 2,62)$ dB (Gráfico 21).

Conforme o resultado da Análise de Variância (ANOVA) a um critério, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados quanto à média da intensidade máxima da fonetografia ($p=0,747$).

Gráfico 21. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da intensidade máxima da fonetografia, expressos em decibel (dB).

5.3.3.2.3 Extensão Dinâmica Máxima

Em relação à média e ao desvio padrão da extensão dinâmica máxima obtida na fonetografia, expressos em dB, o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=45$ ($\pm 6,55$) dB; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=46$ ($\pm 5,65$) dB; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=45$ ($\pm 5,47$) dB e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=46$ ($\pm 3,68$) dB (Gráfico 22).

Segundo o resultado da Análise de Variância (ANOVA) a um critério, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados quanto à extensão dinâmica máxima da fonetografia ($p=0,554$).

Gráfico 22. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da extensão dinâmica máxima (EDM) da fonetografia, expressos em decibel (dB).

5.3.3.3 *Área do Fonetograma*

No que diz respeito à média e ao desvio padrão da área do fonetograma, expressos em centímetro quadrado (cm²), o grupo “pré-muda” apresentou $\bar{X}=44,1$ ($\pm 11,20$) cm²; o grupo “muda” apresentou $\bar{X}=46,9$ ($\pm 6,12$) cm²; o grupo “final muda” apresentou $\bar{X}=48,4$ ($\pm 10,14$) cm² e o grupo “pós-muda” apresentou $\bar{X}=51,9$ ($\pm 8,85$) cm² (Gráfico 23).

Conforme o resultado da Análise de Variância (ANOVA) a um critério, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados quanto à área do fonetograma ($p=0,102$).

Gráfico 23. Valores máximo e mínimo, média e desvio padrão da área do fonetograma, expressos em cm², dos grupos “pré-muda”, “muda”, “final muda” e “pós-muda”.

5.3.3.4 ***Comparação Entre os Fonetogramas Representativos dos Grupos Estudados***

A partir dos resultados obtidos foi possível elaborar os fonetogramas representativos de cada um dos grupos estudados. Esses fonetogramas foram apresentados em um único gráfico para facilitar a comparação entre os mesmos (Figura 9). Comparando-se os fonetogramas dos grupos observou-se:

Em todos os grupos houve diminuição da extensão dinâmica das frequências próximas aos limites mínimo e máximo da extensão vocal e depressão da curva superior (intensidades máximas) na região de passagem do registro modal para o falsete.

Entre os fonetogramas dos grupos "pré-muda" e "muda"

- Traçados semelhantes das curvas superior e inferior, especialmente da curva inferior;
- Pequeno deslocamento do fonetograma para as frequências graves no grupo "muda";
- Aumento da extensão dinâmica das frequências graves do fonetograma no grupo "muda";
- Diminuição da extensão dinâmica das frequências agudas do fonetograma no grupo "muda".

Entre os fonetogramas dos grupos "muda" e "final muda"

- Deslocamento evidente do fonetograma para as frequências graves no grupo "final muda";
- Elevação das intensidades da curva inferior do fonetograma no grupo "final muda".

Entre os fonetogramas dos grupos "final muda" e "pós-muda"

- Traçados semelhantes das curvas superior e inferior, especialmente da curva superior;
- Rebaixamento da curva inferior (diminuição das intensidades mínimas) nas frequências graves e médias do fonetograma do grupo "pós-muda", com conseqüente aumento da extensão dinâmica nestas frequências;
- Elevação da curva inferior (aumento das intensidades mínimas) nas frequências agudas do grupo "pós-muda", com conseqüente diminuição da extensão dinâmica nestas frequências.

Figura 9. Comparação dos fonetogramas representativos dos grupos "pré-muda", "muda", "final muda" e "pós-muda".

6 DISCUSSÃO

---

6 DISCUSSÃO

As grandes mudanças ocorridas na voz masculina durante a puberdade fazem com que o estudo do desenvolvimento vocal masculino normal seja bastante interessante. Entretanto, há poucos estudos sobre as características vocais desse período, sendo que alguns trabalhos chegam até a evitá-lo, pois, na puberdade, a idade de aparecimento e a duração dos eventos que caracterizam este período, como desenvolvimento dos genitais, crescimento dos pêlos do corpo, estirão do crescimento e muda vocal, variam muito de um indivíduo para outro.

Os diversos parâmetros vocais avaliados neste estudo, bem como as características e medidas relacionadas à maturação somática e sexual foram analisados de acordo com o desenvolvimento vocal, principal objetivo deste trabalho.

A classificação dos estágios de desenvolvimento vocal foi realizada considerando-se a avaliação perceptivo-auditiva das vozes, gravadas em CD, por fonoaudiólogos especialistas em voz, que se basearam apenas nas amostras de fala. Embora a pesquisadora possuísse uma visão mais ampla do indivíduo tendo observado as características físicas do mesmo, sua avaliação não foi considerada

uma vez que a pesquisadora esteve também em contato com resultados da fonetografia computadorizada (visualizados durante o próprio exame).

Na divisão dos grupos quanto ao desenvolvimento vocal, embora a média de idade entre os grupos “pré-muda”, “muda” e “final muda” tenha apresentado diferença estatisticamente significativa, os participantes de 10 a 18 anos de idade foram encontrados em pelo menos dois grupos diferentes de desenvolvimento vocal, sendo que os indivíduos de 13 a 15 anos foram encontrados em até três grupos diferentes. Este dado mostra a necessidade de se estudar as características vocais do sexo masculino no final da infância e durante a adolescência, também em relação ao desenvolvimento vocal.

Uma vez que, em geral, a literatura relaciona as características vocais e de maturação biológica com a idade, houve grande dificuldade na comparação dos resultados deste estudo com os dados da literatura.

A entrevista realizada no presente estudo mostrou a dificuldade de autopercepção vocal dos indivíduos pela dificuldade que os mesmos tiveram ao responderem às questões, pela inconsistência das respostas apresentadas ou por até não se lembrarem do período da muda vocal, no caso de indivíduos que relataram ter terminado a muda. A dificuldade de autopercepção também pôde ser observada pela análise do gráfico referente ao relato de constrangimento social devido à muda vocal (Gráfico 3)^a: alguns indivíduos que relataram não ter percebido modificações vocais que indicassem o início da muda vocal, e portanto não responderam às questões sobre constrangimento, foram classificados pelos juizes deste trabalho nos grupos "muda" e "final muda".

---

^a Página 114.

O relato de constrangimento social devido à muda vocal esteve presente em aproximadamente 1/4 da população total estudada e em aproximadamente 1/3 dos indivíduos que responderam às questões sobre constrangimento. Mesmo dentre os indivíduos que relataram ter passado por constrangimento devido à muda vocal, aproximadamente 82% relatam auto-imagem vocal positiva, o que é bastante significativo, uma vez que a voz é uma parte muito importante do autoconceito e que a identidade de um indivíduo é projetada através da voz (ANDREWS, 1998b). Apesar de todos os desequilíbrios vocais gerados durante o período da muda vocal, a literatura relata que a maioria dos adolescentes passa por esse período sem queixas vocais, sem sentimentos negativos em relação à sua voz e sem terem passado por constrangimentos devido à mesma (BEHLAU; PONTES, 1992; GIL et al., 1994; PEDREY, 1945; POLIDO et al., 2001).

Os índices de maturação somática e sexual, também avaliados no presente estudo, são os mais utilizados na classificação do desenvolvimento biológico do indivíduo (principalmente a maturação sexual), pois podem ser avaliados sem a necessidade de equipamentos ou exames muito específicos. A auto-avaliação do desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos é considerada pela literatura como uma alternativa confiável e não invasiva para se avaliar a maturação sexual (CARVALHO, 1990; DUARTE, 1993; MARTIN et al., 2001; MATSUDO; MATSUDO, 1991; SAITO, 1984).

Em relação às medidas antropométricas dos indivíduos do presente estudo, observou-se o aumento significativo do peso e da estatura com o desenvolvimento vocal, devido ao crescimento físico observado durante a puberdade (COLLI; COATES; GUIMARÃES, 1993; MARQUES; MARCONDES; BERQUÓ, 1982). No presente estudo houve maior correlação entre a estatura e o

desenvolvimento vocal do que entre o peso e o desenvolvimento vocal. Provavelmente essa correlação se deva à existência de certa proporcionalidade entre o crescimento da laringe, das pregas vocais e do trato vocal e o aumento da estatura (BEHLAU, 1991; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; CURRY, 1946; GREENE; MATHIESON, 1992; KAHANE, 1996). Os valores médios de peso e estatura para cada um dos grupos apresentaram-se dentro da faixa de valores descrita, como o ideal para a população da cidade de Santo André (estado de São Paulo), por Marques, Marcondes e Berquó (1982), ao compararem-se os resultados do grupo "pré-muda" ($\bar{X}=35,1\pm11,21\text{kg}$ e $\bar{X}=1,40\pm0,06\text{m}$) com indivíduos de 10 anos de idade (20,9 - 51,3kg e 1,28 - 1,55m), do grupo "muda" ($\bar{X}=48,8\pm14,89\text{kg}$ e $\bar{X}=1,52\pm0,09\text{m}$) com os de 12 anos (23,9 - 57,3kg e 1,34 - 1,65m), do grupo "final muda" ($\bar{X}=61,2\pm11,95\text{kg}$ e $\bar{X}=1,69\pm0,06\text{m}$) com os de 15 anos (39,4 - 73,3kg e 1,53-1,83m) e do grupo "pós-muda" ($\bar{X}=67,2\pm10,39\text{kg}$ e $\bar{X}=1,75\pm0,09\text{m}$) com os indivíduos de 16 anos (43,9 - 76,5kg e 1,58 - 1,86m). Os valores de média e desvio padrão do peso e da estatura obtidos para o grupo "muda" apresentaram-se semelhantes aos valores máximos de peso ($\bar{X}=47,6\pm9,6\text{kg}$) e estatura ($\bar{X}=1,59\pm0,1\text{m}$) encontrados por Borges, Matsudo e Matsudo (2004) para adolescentes de 13 anos do sexo masculino. Os valores médios de estatura dos grupos "pré-muda" e "muda" apresentaram-se abaixo do encontrado por Ruiz (1993) para indivíduos pré-muda vocal (1,57 - 1,64m) e durante a muda vocal (1,62 -1,70m), respectivamente. Os valores dos grupos "final muda" e "pós-muda" apresentaram-se dentro da faixa de estatura apresentada por Ruiz (1993) para indivíduos durante a muda vocal (1,62 - 1,70m) e pós-muda vocal (1,74 - 1,78m), respectivamente. O fato dos indivíduos geralmente apresentarem peso e estatura diferentes para uma mesma idade justifica-se uma vez que o peso e a estatura são grandemente

influenciados por fatores genéticos, étnicos e raciais, climáticos e geográficos, pelo nível socioeconômico, estado nutricional e pela saúde (BAKER, 1985; CHIPKEVITCH, 1995b; COLLI; COATES; GUIMARÃES, 1993; MARQUES; MARCONDES; BERQUÓ, 1982; SAITO, 1984; SANTOS; BEHLAU, 2006).

Quanto à auto-avaliação do desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos, durante o período da muda vocal (grupos “muda” e “final muda”) houve maior ocorrência dos estágios G3 e G4 e P4 e P6, concordando, em parte, com Chipkevitch (1995a) ao afirmar que a muda vocal ocorre geralmente entre os estágios 3 e 4 de maturação sexual. No presente estudo houve grande ocorrência do estágio P6 de pêlos pubianos, variação, que pode ou não ocorrer, do estágio P5.

Em relação à auto-avaliação dos pêlos axilares e faciais, foi possível observar um aumento gradativo da presença desses pêlos com o desenvolvimento vocal e presença dos mesmos em quase a totalidade dos indivíduos dos grupos “final muda” e “pós-muda”, grupos que se caracterizaram nos estágios G4 e G5 do desenvolvimento dos genitais. Os achados deste estudo estão de acordo com os de Colli (1984) ao encontrar maior presença de pêlos axilares a partir do estágio G3 de Tanner, para a avaliação sexual realizada por pediatras treinados.

De acordo com os resultados da auto-avaliação dos pêlos axilares e faciais e de genitais e pêlos pubianos, observou-se um aumento gradativo dos pêlos faciais, entretanto um pouco mais tardio em relação aos pêlos axilares^b. Também foi possível observar que no início do desenvolvimento vocal (grupos “pré-muda” e “muda”), o desenvolvimento dos genitais ocorreu de forma mais acelerada que o desenvolvimento dos pêlos pubianos e nos períodos finais do desenvolvimento vocal (grupos “final muda” e “pós-muda”), o desenvolvimento dos pêlos pubianos ocorreu

---

^b Ver gráficos 9 e 10 (páginas 123 e 124, respectivamente).

de forma mais acelerada que o desenvolvimento dos genitais. Isto pode ser observado uma vez que 50% dos indivíduos do grupo "pré-muda" apresentaram-se no estágio 3 de maturação de genitais e apenas 10% no estágio 3 de pêlos pubianos e, 90% dos indivíduos do grupo "muda" apresentaram-se em estágio maior ou igual a 3 de maturação de genitais, enquanto 57% apresentaram-se em estágio maior ou igual a 3 de maturação de pêlos pubianos^c. No grupo "final muda", 70% dos indivíduos apresentaram-se no período pós-pubertário de pêlos pubianos e apenas 30% no período pós-pubertário de genitais e, 88% dos indivíduos do grupo "pós-muda" apresentaram-se no período pós-pubertário de pêlos pubianos, enquanto 42% apresentaram-se no período pós-pubertário de genitais.

Esses achados concordam com a literatura estudada referente à maturação biológica que, em geral, apresenta uma seqüência de eventos mais ou menos definida em relação ao desenvolvimento dos caracteres sexuais secundários. Assim, esta seqüência mostra que o desenvolvimento sexual inicia-se com o desenvolvimento dos genitais no estágio G2 e que em média um ano após o desenvolvimento peniano inicia-se o crescimento dos pêlos pubianos, observado no estágio P2; dois anos após o início do crescimento dos pêlos pubianos inicia-se o crescimento dos pêlos axilares e faciais, indicando os estágios finais da maturação (ANDREWS; SUMMERS, 1991; BEHLAU, 1991; COLLI, 1986; COLLI; COATES; GUIMARÃES, 1993). A literatura também afirma que o crescimento da laringe e das pregas vocais ocorre após o início do desenvolvimento dos genitais e acompanha o desenvolvimento puberal (ANDREWS; SUMMERS, 1991; CASTRO; BEHLAU, 2001; HARRIES et al., 1997; PEDREY, 1945). Dessa forma, a muda vocal, com a conseqüente diminuição da freqüência fundamental, é esperada após o início do

---

^c Ver gráficos 7 e 8 (páginas 119 e 121, respectivamente).

desenvolvimento dos genitais (CASTRO; BEHLAU, 2001; HARRIES et al., 1997; VALENZUELA et al., 1981), desenvolvendo-se paralelamente aos caracteres sexuais secundários (ARONSON, 1990).

De acordo com a literatura, as idades limites para o início do aparecimento dos sinais de maturação sexual, na puberdade normal para meninos, são de 9 a 15 anos (ANDREWS; SUMMERS, 1991; COLLI, 1986). No presente estudo, a idade dos indivíduos do grupo “muda” variou de 10 a 15 anos, tendo todos estes já iniciado o desenvolvimento dos genitais.

Os resultados obtidos neste estudo podem ser de grande utilidade para o fonoaudiólogo clínico, servindo de referência na avaliação vocal de meninos na puberdade. A auto-avaliação da maturação sexual mostrou ser um método de fácil aplicação, não-invasivo e menos constrangedor que a avaliação médica, podendo ser uma ferramenta útil para auxiliar o clínico no diagnóstico da muda vocal e também de possíveis alterações de muda. A partir dos resultados encontrados, o clínico pode esperar que indivíduos no estágio final do período pubertário do desenvolvimento dos genitais (G4) e/ou pêlos pubianos (P4) ou com pêlos faciais já tenham, pelo menos, iniciado a muda vocal. Também é esperado que indivíduos no período pós-pubertário de genitais (G5) estejam, no mínimo, no final da muda vocal.

As auto-avaliações do desenvolvimento dos genitais e dos pêlos pubianos apresentaram valores de correlação com o desenvolvimento vocal muito semelhantes ($r_s=0,71$; $p<0,01$ e $r_s=0,73$; $p<0,01$, respectivamente) e indicaram correlação média a forte, maior que a correlação apresentada pela auto-avaliação da presença de pêlos axilares e faciais ($r_s=0,59$; $p<0,01$ e $r_s=0,64$; $p<0,01$, respectivamente). Pedrey (1945) observou em seu estudo que o desenvolvimento dos pêlos pubianos é um indicador confiável do estágio de desenvolvimento vocal e

Valenzuela et al. (1981) encontraram correlação entre o desenvolvimento de pêlos pubianos e genitais e a diminuição da frequência fundamental, que, no presente estudo, caracterizou fortemente o desenvolvimento vocal.

O desenvolvimento vocal durante a puberdade, estudado no presente estudo por meio dos grupos "pré-muda", "muda", "final muda" e "pós-muda", indicou que a idade da muda vocal variou de 10 a 15 anos, sendo que, em média, a muda ocorreu aos 12 anos de idade e o seu término ocorreu, em média, aos 15 anos, variando entre 12 e 18 anos. Esses dados concordam com os relatos de Andrews e Summers (1991), Colli (1986) e Colli, Coates e Guimarães (1993) de que por volta dos 9 ou 10 anos já é possível observar o início da puberdade; de Costa e Silva (1998) ao afirmarem que a muda vocal pode ocorrer aos 12 ou 13 anos e até um ou dois anos mais cedo em países tropicais; de Behlau, Azevedo e Pontes (2001) e Polido et al. (2001) que afirmaram que a muda ocorre por volta dos 13 aos 15 anos; no entanto discordam de Curry (1946) quanto à idade para o início da muda vocal (média de 14 anos). Quanto ao término da muda vocal, os dados do presente estudo concordam com os relatos de Andrews e Summers (1991), Aronson (1990) e Greene e Mathieson (1992) ao afirmarem que o término da muda vocal ocorre por volta dos 14 ou 15 anos, e com Gutiérrez (2003) ao afirmar que a voz adulta se instaura por volta dos 18 anos.

A principal ferramenta fonoaudiológica utilizada para avaliar a qualidade vocal é a avaliação perceptivo-auditiva (MARTENS; VERSNEL; DEJONCKERE, 2007). Dentre os diferentes protocolos e escalas existentes, a escala GRBAS tem sido bastante utilizada nessa avaliação principalmente devido à sua praticidade (BATALLA et al., 2004; BEHLAU et al., 2001; MARTENS; VERSNEL; DEJONCKERE, 2007; WEBB et al., 2004; WUYTS; BODT; HEYNING, 1999; YAMAGUCHI et al.,

2003) e confiabilidade (BATALLA et al., 2004; WEBB et al., 2004), embora a ocorrência de grande discordância entre juizes experientes durante a utilização da escala GRBAS tenha sido relatada por Batalla et al. (2004) e Millet e Dejonckere (1998).

A maioria dos trabalhos encontrados que utilizaram as escalas GRBAS ou GIRBAS referem-se ao estudo de vozes disfônicas e não de vozes normais como no presente estudo. Andrews (1998a) também afirmou que os estudos sobre o desenvolvimento normal da voz infantil no período pré-pubertário concentraram-se primariamente nas características de frequência fundamental, de forma que existe pouca informação disponível sobre a qualidade e a intensidade vocal de crianças.

Em relação à avaliação perceptivo-auditiva da voz, realizada no presente estudo por meio da escala GIRBAS, quanto ao fator “grau de alteração vocal” (G), houve prevalência de voz normal em todos os grupos. Foi encontrada pequena porcentagem de alteração vocal discreta em todos os grupos, embora nos grupos que se caracterizaram no período da muda vocal (“muda” e “final muda”), observou-se aumento desta porcentagem. Estes resultados sugerem que a disfonia pode ser, na maioria das vezes, decorrente do próprio processo de muda vocal, como relatado por Ruiz (1993) ao encontrar indivíduos disfônicos em todas as idades dos 12 aos 17 anos. Segundo Behlau, Madazio e Pontes (2001), hábitos vocais infantis como falar muito e em forte intensidade, gritar constantemente, imitar sons de veículos, animais e vozes de personagens de desenhos animados podem causar hiperfunção vocal, levando à presença de quadros de disfonia na infância. Assim, esses hábitos nocivos comuns entre crianças poderiam justificar a presença de indivíduos disfônicos e também a ocorrência de rugosidade e tensão no grupo “pré-muda”.

A instabilidade vocal está presente na literatura como um dos fatores marcantes no período da muda vocal (ARONSON, 1990; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; BOLTEZAR; BURGER; ZARGI, 1997; FUCHS et al., 2006; KAHANE, 1982), resultado, em parte, da diminuição do controle da tensão longitudinal das pregas vocais, regulada pelo músculo cricotireóideo (KAHANE, 1982) decorrente do crescimento acentuado da laringe (ARONSON, 1990; BEHLAU, 1991; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; BEHLAU; REHDER; VALENTE, 2005; BOLTEZAR; BURGER; ZARGI, 1997; CURRY, 1946; GIL et al., 1994), das pregas vocais (ARONSON, 1990; BEHLAU, 1991; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; BOLTEZAR; BURGER; ZARGI, 1997; COSTA; SILVA, 1998; FUCHS et al., 2006; GREENE; MATHIESON, 1992; KAHANE, 1982; KAHANE, 1996; LE HUCHE; ALLALI, 1999) e dos órgãos do sistema respiratório durante a puberdade (ARONSON, 1990; BEHLAU, 1991; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; BOLTEZAR; BURGER; ZARGI, 1997). No presente estudo observou-se ocorrência de instabilidade vocal discreta nos grupos "muda", "final muda" e "pós-muda", embora em pequena porcentagem, sendo que o grupo "muda" foi o único que apresentou um indivíduo com instabilidade em grau moderado.

A rugosidade foi encontrada em grau discreto em todos os grupos, sendo que nos grupos "muda", "final muda" e "pós-muda" este fator esteve presente para maioria dos indivíduos. Nestes três grupos, embora a maior ocorrência de rugosidade tenha sido em grau discreto, foram encontrados também alguns indivíduos com grau moderado. Estes achados estão de acordo com Behlau, Azevedo e Pontes (2001) e Costa e Silva (1998) que afirmaram que durante a muda vocal a voz dos meninos torna-se levemente rouca, com Aronson (1990) ao afirmar que a voz apresenta qualidade vocal rugosa durante a muda vocal e com Fuchs et

al. (2006), que relataram um aumento da rugosidade durante a muda vocal. É interessante observar que a grande ocorrência de rugosidade nos grupos “final muda” e “pós-muda” não se refletiu de forma acentuada no fator “grau de alteração vocal”. Isso provavelmente deve-se ao fato da rugosidade, fator da escala GIRBAS, não representar apenas a rouquidão e a aspereza, mas também a crepitação, comumente encontrada em vozes masculinas, principalmente nas mais graves, e nestes casos, não representa uma alteração vocal.

No que diz respeito ao fator soprosidade, esta esteve presente em todos os grupos em grau discreto, sendo que apenas o grupo muda apresentou um indivíduo com soprosidade em grau moderado. Os grupos “pré-muda” e “muda” apresentaram as maiores porcentagens de indivíduos com soprosidade, sendo que nos estágios finais do desenvolvimento vocal (grupos “final muda” e “pós-muda”) observou-se diminuição gradativa da mesma. Este fato pode ser justificado uma vez que a fenda triangular posterior é comumente encontrada na infância devido ao valor da proporção glótica em crianças ser aproximadamente 1:1 (BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; COSTA; SILVA, 1998). Com o desenvolvimento da laringe masculina durante a puberdade ocorre a modificação da proporção glótica (2:1), fazendo com que a fenda posterior desapareça.

Quanto à astenia e tensão vocais, pode-se concluir que estes aspectos não estão relacionados ao desenvolvimento vocal, uma vez que nenhum dos indivíduos apresentou astenia e apenas o grupo “pré-muda” apresentou uma pequena porcentagem de indivíduos com tensão.

No presente estudo foi também realizada a avaliação acústica por meio da obtenção das medidas da frequência fundamental habitual da voz para a vogal /a/ e a conversa espontânea, e as medidas da fonetografia.

Com o desenvolvimento vocal observou-se diminuição significativa da frequência fundamental habitual de uma oitava (12st) entre os grupos “pré-muda” e “final muda” para a vogal /a/ sustentada e para a conversa espontânea, e de pouco mais de uma oitava entre os grupos “pré-muda” e “pós-muda” (aproximadamente 14st para a vogal e 13st para a fala encadeada), confirmando o relato da literatura de que a frequência fundamental diminui aproximadamente uma oitava durante a muda vocal (ARONSON, 1990; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; FUCHS et al., 2006; GREENE; MATHIESON, 1992; GUTIÉRREZ, 2003). Da mesma forma que no presente estudo, Harries et al.(1997) ressaltaram ter encontrado uma diminuição da frequência fundamental já no início da puberdade. Observou-se que a queda significativa mais acentuada da frequência fundamental habitual, tanto para a vogal como para a conversa espontânea, ocorreu durante o período da muda vocal (entre os grupos “muda” e “final muda”). Essa diminuição tão claramente observada da frequência fundamental habitual deve-se ao crescimento de todo o trato vocal, principalmente da laringe e das pregas vocais, ao aumento de massa das pregas vocais e ao abaixamento da laringe no pescoço devido à ação hormonal ocorrida durante a puberdade (ARONSON, 1990; BEHLAU, 1991; BEHLAU; REHDER; VALENTE, 2005; BOLTEZAR; BURGER; ZARGI, 1997; CURRY, 1946; FUCHS et al., 2006; KAHANE, 1996). Os valores de frequência fundamental habitual para a conversa espontânea foram maiores que os da vogal /a/ devido à entonação, característica presente na fala encadeada (BARROS; ANGELIS, 2002).

Comparando o valor da frequência fundamental habitual da vogal /a/ sustentada obtidos neste estudo com dados da literatura, no grupo “pré-muda” ($\bar{X}=242,08\pm26,69\text{Hz}$) a média da frequência fundamental encontrou-se dentro da faixa de valores obtida por Hacki e Heitmüller (1999) para meninos de 8 a 9 anos

($\bar{X}=233,08 - 261,63\text{Hz}$); maior que a obtida por Behlau, Tosi e Pontes (1985) para crianças brasileiras de ambos os sexos de 8 a 12 anos ($\bar{X}=235,76\text{Hz}$) e menor que a encontrada por Valenzuela et al. (1981) para meninos com menos de 12 anos (260Hz). No entanto, ao considerar-se a média e o desvio padrão da frequência fundamental da vogal /a/ do grupo "pré-muda", os valores apresentados por Behlau, Tosi e Pontes (1985) e Valenzuela et al. (1981), acima citados, encontraram-se dentro da faixa do desvio padrão. No grupo "muda" ($\bar{X}=197,92\pm 32,30\text{Hz}$) observou-se média da frequência fundamental dentro da faixa de valores apresentada por Valenzuela et al. (1981) para meninos entre 12 e 16 anos (140 - 250Hz) e menor que a média obtida por Hacki e Heitmüller (1999) para meninos de 12 anos ($\bar{X}=233,08\text{Hz}$). Para o grupo "final muda" ($\bar{X}=120,65\pm 21,74\text{Hz}$) encontrou-se média da frequência fundamental menor que a apresentada por Castro e Behlau (2001) para indivíduos do sexo masculino, de 12 a 18 anos ($\bar{X}=15$ anos) de idade ($\bar{X}=173\text{Hz}$). Para o grupo "pós-muda" ($\bar{X}=109,05\pm 14,46\text{Hz}$) obteve-se frequência fundamental semelhante à relatada por Gutiérrez (2003) para indivíduos após a muda vocal (110Hz); próxima à encontrada por Behlau, Tosi e Pontes (1985) para brasileiros adultos do sexo masculino ($\bar{X}=113,01\text{Hz}$) e menor que as relatadas por Araújo et al. (2002) também para homens brasileiros ($\bar{X}=127,61\pm 20,26\text{Hz}$), por Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) para homens adultos ($\bar{X}=119,8\pm 15,2\text{Hz}$), por Valenzuela et al. (1981) para homens com mais de 17 anos (130Hz) e por Preciado et al. (2005) para homens adultos profissionais da voz falada ($\bar{X}=154,7\pm 32,46\text{Hz}$). Considerando-se os valores de média e desvio padrão da frequência fundamental do grupo "pós-muda", o valor obtido por Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) apresentou-se próximo ao do grupo "pós-muda" do presente estudo.

Em relação à frequência fundamental habitual da conversa espontânea, no grupo "pré-muda" ($\bar{X}=267,99\pm26,69\text{Hz}$) foi encontrada frequência maior que os valores obtidos por Bennett (1983) para meninos no período pré-muda vocal ($\bar{X}=216\pm15,04 - 234\pm19,76\text{Hz}$) e por Fuchs et al. (2006), para meninos 6 meses antes da muda e com treino vocal (226Hz).

Os crescentes avanços tecnológicos voltados à área da saúde têm auxiliado na obtenção de diagnósticos cada vez mais precisos, melhorado a qualidade do atendimento aos pacientes e, muitas vezes, facilitado a atuação dos profissionais da saúde (ARAÚJO et al., 2002; JOTZ et al., 2001; MARTENS; VERSNEL; DEJONCKERE, 2007). No que diz respeito à avaliação vocal, a utilização da fonetografia computadorizada tornou este exame muito mais simples e menos trabalhoso em relação à fonetografia manual (BEHLAU et al., 2001; BLESS; HICKS, 1996; KLINGHOLZ, 1992; MONTOJO; GARMENDIA; COBETA, 2006; PABON; PLOMP, 1988). O registro automático (em tempo real) do fonetograma na tela do computador durante o exame também auxilia o paciente com dificuldade em discriminar diferentes tons, a emitir as notas solicitadas pelo avaliador (SULTER et al., 1994).

Pela comparação dos fonetogramas representativos dos grupos estudados observou-se que os grupos "pré-muda" e "muda" apresentaram traçados bastante semelhantes entre si, com poucas diferenças. O mesmo ocorreu entre os fonetogramas dos grupos "final muda" e "pós-muda". Este fato indicou que, embora existam diferenças vocais (perceptivo-auditivas) entre todos os grupos, em relação à fonetografia as mudanças mais notáveis ocorreram durante a muda vocal, entre os grupos "muda" e "final muda".

Em relação às medidas da fonetografia observou-se diminuição significativa da frequência mínima (11st) e da frequência máxima (7st) com o desenvolvimento vocal (comparando-se os grupos “pré-muda” e “pós-muda”). A queda significativa mais acentuada tanto da frequência mínima como da frequência máxima ocorreu durante o período da muda vocal (entre os grupos “muda” e “final muda”). Essa diminuição encontrada no presente trabalho indicou que o fonetograma deslocou-se para as frequências graves durante a muda vocal, e pode ser justificada pelo crescimento e abaixamento da laringe no pescoço e pelo crescimento das pregas vocais, com conseqüente aumento de massa, devido à ação hormonal ocorrida durante a puberdade (ARONSON, 1990; BEHLAU, 1991; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; BEHLAU; REHDER; VALENTE, 2005; BOLTEZAR; BURGER; ZARGI, 1997; COSTA; SILVA, 1998; CURRY, 1946; FUCHS et al., 2006; GIL et al., 1994; GREENE; MATHIESON, 1992; KAHANE, 1982; KAHANE, 1996; LE HUCHE; ALLALI, 1999).

No presente estudo obteve-se valor de frequência mínima da fonetografia para o grupo “pré-muda” ($\bar{X}=167,34\pm15,46\text{Hz}$) menor que os relatados por Heylen et al. (1998) e McAllister et al. (1994), ao avaliarem crianças de ambos os sexos ($\bar{X}=192,8\pm2,5\text{Hz}$ e $\bar{X}=208\text{Hz}$, respectivamente), e que Wuytz et al. (2003) ao avaliarem meninos ($\bar{X}=194\text{Hz}$). Os grupos “muda” ($\bar{X}=152,58\pm24,32\text{Hz}$) e “final muda” ($\bar{X}=95,03\pm18,38\text{Hz}$) também apresentaram frequência mínima menor que a obtida por McAllister et al. (1994) para meninos em muda vocal ($\bar{X}=196\text{Hz}$). Para o grupo “pós-muda” ($\bar{X}=88,89\pm13,73\text{Hz}$) do presente estudo, foi encontrado valor de frequência mínima próximo aos de Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) e de Sulter, Schutte e Miller (1995) para homens adultos ($\bar{X}=83\pm10,9\text{Hz}$ e $\bar{X}=86,1\pm14,01\text{Hz}$, respectivamente) e maior que o relatado por Hacki (1999) para homens adultos com

treino vocal ($\bar{X}=77\text{Hz}$). Este último resultado pode ser justificado, uma vez que vozes treinadas tendem a apresentar maior habilidade em produzir notas nas extremidades da extensão vocal.

Quanto à frequência máxima da fonetografia, o grupo "pré-muda" ($\bar{X}=1106,51\pm265,63\text{Hz}$) obteve média maior que a encontrada por Heylen et al. (1998) e McAllister et al. (1994), que avaliaram crianças de ambos os sexos ($\bar{X}=857\pm21\text{Hz}$ e $\bar{X}=880\text{Hz}$, respectivamente), e que Wuytz et al. (2003), ao avaliarem meninos ($\bar{X}=923\pm44\text{Hz}$). Considerando-se a média e o desvio padrão do grupo "pré-muda", é possível afirmar que os autores acima citados apresentaram valores compatíveis com o obtido neste estudo. O grupo "muda" ($\bar{X}=1027,83\pm200,31\text{Hz}$) apresentou média próxima e o grupo "final muda" ($\bar{X}=771,62\pm223,06\text{Hz}$) apresentou média menor, para a frequência máxima, que o obtido por McAllister et al. (1994) para meninos em muda vocal ($\bar{X}=1047\text{Hz}$). Para o grupo "pós-muda" ($\bar{X}=760,96\pm167,17\text{Hz}$) do presente estudo foi encontrado valor de frequência máxima próximo ao obtido por Sulter, Schutte e Miller (1995) para homens adultos ($\bar{X}=785,4\pm188,38\text{Hz}$) e maior que os encontrados por Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005), também para homens adultos, e por Hacki (1999), para homens adultos com treino vocal ($\bar{X}=696,6\pm106,2\text{Hz}$ e $\bar{X}=659\text{Hz}$, respectivamente). Contudo, considerando-se a média e o desvio padrão do grupo "pós-muda", os valores de frequência máxima obtidos por Hacki (1999) e Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) podem ser considerados semelhantes ao do presente estudo.

Os valores de frequência mínima e máxima da fonetografia representam o potencial vocal de um indivíduo, uma vez que são seus limites vocais em relação à frequência. Esses limites podem ser maiores ou menores dependendo da habilidade

e experiência do avaliador em estimular o indivíduo avaliado a alcançar o máximo do seu potencial. Dessa maneira o resultado final da fonetografia pode ser influenciado pelo fato do avaliador aceitar as primeiras emissões produzidas ou solicitar e encorajar o avaliado a realizar novas tentativas, procurando produzir notas cada vez maiores ou menores, até a obtenção dos limites máximos tanto das freqüências como das intensidades máximas e mínimas. Titze et al. (1995) relataram que durante a realização da fonetografia o avaliador deve encorajar o paciente a produzir sua melhor performance. Assim, o incentivo dado pelo avaliador para que o indivíduo atinja sua melhor performance pode influenciar não apenas nos parâmetros relacionados à intensidade, mas também nos relacionados à freqüência.

Quanto à extensão vocal da fonetografia, observou-se aumento estatisticamente significativa desta entre os estágios inicial e final do desenvolvimento vocal e aumento gradativo, porém não significativo, entre os grupos consecutivos. Além disso, comparando-se os grupos "pré-muda" e "pós-muda", houve um deslocamento da extensão vocal para as freqüências graves, uma vez que este parâmetro está diretamente relacionado às freqüências mínima e máxima da fonetografia. Costa e Silva (1998) relataram que a extensão vocal torna-se uma oitava mais grave durante a puberdade, como observado no presente estudo (deslocamento de 11 semitons). Durante a infância a musculatura laríngea apresenta-se imatura e indiferenciada (BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001) e com a maturação da musculatura laríngea as pregas vocais tornam-se mais flexíveis, possibilitando um maior alongamento destas para a produção de sons agudos, e também maior encurtamento para a produção de sons graves. Embora Fuchs et al. (2006) tenham afirmado que durante a muda vocal a extensão vocal encontra-se restrita, neste estudo não foi observada redução da extensão vocal nos grupo

“muda” e/ou “final muda”, que caracterizaram o período da muda vocal. Todos os indivíduos avaliados apresentaram extensão vocal acima de 20st, valor considerado por Behlau et al. (2001) como o mínimo para indivíduos com pregas vocais sadias.

Com relação ao grupo “pré-muda”, não foram encontrados indivíduos com menos de 27 semitons de extensão vocal (pouco mais de duas oitavas), concordando com Costa e Silva (1998) ao afirmarem que, dos 8 aos 10 anos, a extensão vocal apresenta mais de uma oitava e meia, ou seja, mais de 18 semitons. Os valores de extensão vocal, dos grupos “pré-muda” ($\bar{X}=32\pm3,20\text{st}$) e “muda” ($\bar{X}=33\pm3,60\text{st}$), descritos no presente estudo, apresentaram-se bastante semelhantes. Estes valores foram maiores que o obtido por McAllister et al. (1994) para meninos em muda vocal ($\bar{X}=29\pm6,9\text{st}$), único estudo encontrado na literatura que apresentou valor de extensão vocal apenas para meninos, e maiores que o apresentado por Böhme e Stuchlik (1995) para crianças entre 7 e 10 anos de idade, porém de ambos os sexos (29st). Ao considerar os valores de média e desvio padrão dos grupos “pré-muda” e “muda” do presente estudo, os mesmos valores relatados por Böhme e Stuchlik (1995) e McAllister et al. (1994) encontraram-se compatíveis com os desses grupos. Heylen et al. (1998), que descreveram valores de extensão vocal em crianças de ambos os sexos, apresentaram valores menores ($\bar{X}=26,4\pm0,5\text{st}$) que os do presente estudo, assim como Hacki e Heitmüller (1999) e Wuytz et al. (2003), que avaliaram meninos ($\bar{X}=27\text{st}$ e $\bar{X}=28,7\pm1,0\text{st}$, respectivamente). Komiyama, Watanabe e Ryu (1984) apresentaram valor máximo de extensão vocal (40st), em crianças de ambos os sexos, semelhante ao valor máximo de extensão vocal obtido para o grupo “muda” do presente estudo.

Nos grupos “final muda” ($\bar{X}=36\pm5,69\text{st}$) e “pós-muda” ($\bar{X}=37\pm4,70\text{st}$) do presente estudo, os valores de extensão vocal também apresentaram-se

semelhantes. O valor de extensão vocal encontrado para o grupo "pós-muda" foi igual ao encontrado por Coleman, Mabis e Hinson (1977) para homens adultos ($\bar{X}=37,1\text{st}$). Hacki (1999), Neuschafer-Rube, Šram e Klajman (1997) e Sulter, Schutte e Miller (1995) também encontraram esse mesmo valor para homens com treino vocal ($\bar{X}=37\pm3,13\text{st}$, $\bar{X}=37\text{st}$ e $\bar{X}=37,9\pm5,9\text{st}$, respectivamente). Valores de extensão vocal próximos ao obtido no presente estudo para o grupo "pós-muda" também foram encontrados por Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) e Sulter, Schutte e Miller (1995) ao avaliarem homens adultos sem treino vocal ($\bar{X}=36,6\pm2,9\text{st}$ e $\bar{X}=38,3\pm3,8\text{st}$, respectivamente) e por Montojo, Garmendia e Cobeta (2006), ao avaliarem cantores líricos de ambos os sexos ($\bar{X}=38\text{st}$). Uma vez que o treino vocal promove uma maior extensão vocal, é interessante observar que a média da extensão vocal do grupo "pós-muda" (indivíduos sem treino vocal) foi igual ou próxima à encontrada para indivíduos com treino vocal (cantores ou falantes). Gramming e Åkerlund (1988) e Titze et al. (1995) encontraram valores abaixo ($\bar{X}=28,3\text{st}$ e $\bar{X}=19,7\pm2,54\text{st}$) do obtido no presente estudo para o grupo "pós-muda".

Na Tabela 3 e na Figura 7^d observa-se que o grupo "final muda" apresentou o menor valor mínimo de frequência máxima da fonetografia. Isso ocorreu devido a um indivíduo classificado neste grupo não ter conseguido atingir uma nota musical maior que D4 (equivalente a 293,66Hz). Mesmo tendo apresentado uma frequência máxima considerada baixa, sua extensão vocal foi de 22st, valor considerado normal para indivíduos com pregas vocais sadias, como visto anteriormente.

De acordo com a literatura, a quebra de frequência é uma das principais características do período da muda vocal (ARONSON, 1990; COSTA; SILVA, 1998;

---

^d páginas 134 e 135, respectivamente.

CURRY, 1946; GREENE; MATHIESON, 1992; KAHANE, 1982). Essas quebras podem ocorrer durante a muda vocal devido à diminuição do controle da musculatura responsável por controlar a tensão longitudinal das pregas vocais (COSTA; SILVA, 1998; GREENE; MATHIESON, 1992; KAHANE, 1982). Essa perda de controle se deve ao crescimento acentuado da laringe e das pregas vocais durante a puberdade (ARONSON, 1990; BEHLAU; AZEVEDO; PONTES, 2001; COSTA; SILVA, 1998; CURRY, 1946; FUCHS et al., 2006; GREENE; MATHIESON, 1992). No presente estudo, a grande maioria dos indivíduos no período da muda vocal ("muda" e "final muda") não apresentou quebra de frequência durante a conversa espontânea, provavelmente por este trecho de conversa ser uma amostra muito reduzida da produção vocal do indivíduo, além de caracterizar uma situação de avaliação em que os indivíduos, principalmente adolescentes, podem ficar tímidos, procurar falar numa intensidade menor que a habitual e evitar o aparecimento da quebra de frequência numa produção vocal controlada. Entretanto, durante a realização da fonetografia, ao exigir-se o potencial vocal máximo dos indivíduos (ANGELIS; CERVANTES; ABRAHÃO, 2001; BARROS; ANGELIS, 2002; BEHLAU et al., 2001; BLESS; HICKS, 1996; COLEMAN; MABIS; HINSON, 1977; MONTOJO; GARMENDIA; COBETA, 2006; SCHUTTE; SEIDNER, 1983; STEMPLE; GLAZE; GERDEMAN, 1995), foi observada a ocorrência de quebra de frequência nos grupos "muda", "final muda" e "pós-muda" e maior ocorrência desta durante o período da muda vocal, ou seja, nos grupos "muda" e "final muda". A análise estatística do presente estudo também mostrou relação entre a ocorrência de quebra de frequência durante a fonetografia e o período da muda vocal. Dessa forma, a presença de quebra de frequência durante a realização da fonetografia pode ser um

indício de que o indivíduo está no período da muda vocal, desde que este não tenha nenhuma alteração vocal que também justifique as quebras de frequência.

Em relação às medidas da intensidade obtidas pela fonetografia, no presente estudo observou-se que as intensidades mínima e máxima não apresentaram diferenças significantes com o desenvolvimento vocal. Embora durante a puberdade ocorra o aumento do tórax e o conseqüente aumento da capacidade vital do sistema respiratório (ARONSON, 1990), é interessante notar que não foi encontrada uma tendência de aumento dos parâmetros da intensidade com o desenvolvimento vocal.

A comparação das medidas de intensidade, obtidas pela fonetografia, deste estudo (intensidades máxima e mínima) com as descritas na literatura, deve ser analisada com cautela, devido às diferenças metodológicas existentes entre os estudos. As diferenças quanto à forma de captação da intensidade, programas de análise, microfones e/ou medidores de pressão sonora, e quanto às distâncias em que estes são posicionados em relação ao paciente (fonte sonora), tendem a interferir nos resultados.

A média da intensidade mínima da fonetografia do grupo "pré-muda" ($\bar{X}=67\pm2,94\text{dB}$) apresentou-se dentro da faixa de valores de intensidade mínima ($53-78 \pm 4-8\text{dB}$) apresentada por Böhme e Stuchlik (1995) para crianças de ambos os sexos e maior que os valores obtidos por Heylen et al. (1998), para crianças de ambos os sexos ($\bar{X}=48,2\pm0,3\text{dB}$), e por Hacki e Heitmüller (1999) e Wuytz et al. (2003) para meninos ($51 - 54\text{dB}$ e $\bar{X}=48,6\pm0,4\text{dB}$, respectivamente). Quanto ao grupo "muda" do presente estudo, Komiyama, Watanabe e Ryu (1984) encontraram valor máximo de intensidade mínima da fonetografia (72dB), em crianças de ambos os sexos aos 12 anos, menor que o valor máximo deste grupo (75dB) e Hacki e

Heitmüller (1999) encontraram intensidade mínima menor ($\bar{X}=50\text{dB}$) que a média do grupo "muda" do presente estudo ($\bar{X}=67\pm4,15\text{dB}$), em meninos de 12 anos. No grupo "pós-muda", observou-se média da intensidade mínima ($\bar{X}=69\pm4,57\text{dB}$) dentro das faixas de valores apresentadas por Neuschafer-Rube, Šram e Klajman (1997) para homens com (44-85dB) e sem treino vocal (50-105dB) e próximo ao encontrado por Titze et al. (1995) para homens adultos ($\bar{X}=67,6\pm2,41\text{dB}$). Valores menores que o encontrado para a intensidade mínima do grupo "pós-muda" foram obtidos por Sulter, Schutte e Miller (1995) para homens com (45,7 $\pm$ 4,43dB) e sem treino vocal (46,6 $\pm$ 5,74dB), por Coleman, Mabis e Hinson (1977) e Pribuišienė, Uloza e Šaferis (2005) em homens adultos ($\bar{X}=58\text{dB}$ e $\bar{X}=46,2\pm0,4\text{dB}$, respectivamente) e por Hacki (1999), para homens adultos com treino vocal ($\bar{X}=48\pm3,79\text{dB}$). Komiyama, Watanabe e Ryu (1984) apresentaram valor máximo de intensidade mínima (73dB) semelhante ao valor máximo encontrado no presente estudo para o grupo "pós-muda" (72dB).

Quanto à intensidade máxima da fonetografia, o grupo "pré-muda" ($\bar{X}=116\pm7,21\text{dB}$) apresentou valor maior que os encontrados por Böhme e Stuchlik (1995) e Heylen et al. (1998) para crianças de ambos os sexos ($\bar{X}=70-91\pm6-8\text{dB}$ e $\bar{X}=98\pm0,6\text{dB}$, respectivamente) e por Hacki e Heitmüller (1999) e Wuytz et al. (2003) para meninos ($\bar{X}=100-101\text{dB}$ e $\bar{X}=101,7\pm0,9\text{dB}$, respectivamente).

Quanto ao grupo "muda" ($\bar{X}=117\pm3,78\text{dB}$), foi encontrado valor máximo de intensidade máxima (123dB) muito acima do apresentado por Komiyama, Watanabe e Ryu (1984) para crianças de ambos os sexos com 12 anos de idade (105dB) e média da intensidade máxima da fonetografia maior que a obtida por Hacki e Heitmüller (1999) para meninos de 12 anos ($\bar{X}=96\text{dB}$).

Para o grupo "pós-muda" ($\bar{X}=118,2\pm2,62\text{dB}$), observou-se média da intensidade máxima semelhante ao encontrado por Coleman, Mabis e Hinson (1977) para homens adultos ($\bar{X}=117\text{dB}$). Valores menores que o encontrado para a intensidade máxima do grupo "pós-muda" foram obtidos por Titze et al. (1995) para a fonetografia computadorizada de homens adultos ($\bar{X}=115,5\pm3,84\text{dB}$), por Montojo, Garmendia e Cobeta (2006) para a fonetografia computadorizada de adultos de ambos os sexos com treino vocal ($\bar{X}=114\text{dB}$), por Hacki (1999) para homens adultos com treino vocal ($\bar{X}=106\pm5,31\text{dB}$), por Sulter, Schutte e Miller (1995) para homens com ($\bar{X}=101,2\pm4,91\text{dB}$) e sem treino vocal ($\bar{X}=100,3\pm5,574\text{dB}$), por Neuschafer-Rube, Šram e Klajman (1997) para homens com (55-110dB) e sem treino vocal (75-105dB) e por Pribuišienė, Uloza e Šaferis (2005), para homens adultos ($\bar{X}=95,4\pm3,7\text{dB}$). Komiyama, Watanabe e Ryu (1984) apresentaram valor máximo de intensidade máxima (106dB), para adultos de ambos os sexos, muito abaixo do valor máximo encontrado no presente estudo para o grupo "pós-muda" (124dB).

A extensão dinâmica máxima não sofreu variação significativa com o desenvolvimento vocal. Dessa forma, no presente estudo não foi observado um fonetograma com menor extensão dinâmica para as crianças em relação aos adultos, como descrito por McAllister et al. (1994). Os mesmos autores também relataram que a curva superior do fonetograma de meninos em muda vocal apresentou-se semelhante à do fonetograma de indivíduos adultos sem treino vocal, fato que também pôde ser observado no presente estudo, considerando-se o fonetograma representativo dos grupos "final muda" e "pós-muda".

Böhme e Stuchlik (1995) relataram um aumento da extensão dinâmica nas frequências mais graves após os 10 anos de idade. Esse aumento, também foi encontrado no grupo "muda", quando comparado ao dos indivíduos do grupo "pré-

muda", observado pela elevação da curva superior do fonetograma nas frequências mais graves. Este achado indicou maior controle vocal durante a produção dos sons mais graves em forte intensidade, uma vez que a voz dos indivíduos do grupo "muda" já se apresenta mais grave em relação ao grupo "pré-muda".

Com o término da muda vocal observou-se o rebaixamento da curva inferior do fonetograma, mostrando a presença de maior estabilidade e controle vocais durante a produção dos sons de fraca intensidade.

Considerando-se a média e o desvio padrão da extensão dinâmica máxima do grupo "pré-muda" do presente estudo ($\bar{X}=45\pm6,55\text{dB}$), observou-se que o valor encontrado foi menor que o apresentado por Heylen et al. (1998) para crianças de ambos os sexos ($\bar{X}=49,7\pm0,6\text{dB}$) e por Wuytz et al. (2003), que avaliaram meninos ($\bar{X}=53,8\pm1\text{dB}$). McAllister et al. (1994) apresentaram valor menor ($\bar{X}=21,4\text{dB}$), para crianças de ambos os sexos, em relação ao encontrado no presente estudo para o grupo "pré-muda".

Para os grupos "muda" ($\bar{X}=46\pm5,65\text{dB}$) e "final muda" ($\bar{X}=45\pm5,47\text{dB}$), os valores de extensão dinâmica máxima obtidos foram muito maiores que o obtido por McAllister et al. (1994) para meninos em muda vocal ($\bar{X}=22,8\pm6,6\text{dB}$).

O grupo "pós-muda" apresentou média da extensão dinâmica máxima ($\bar{X}=46\pm3,68\text{dB}$) maior que o encontrado por Titze et al. (1995) em homens adultos ($\bar{X}=44,2\pm5,85\text{dB}$) e por Montojo, Garmendia e Cobeta (2006) em adultos de ambos os sexos com treino vocal ($\bar{X}=37\text{dB}$). Coleman, Mabis e Hinson (1977), Hacki (1999) e Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) encontraram valores de extensão dinâmica máxima maiores ($\bar{X}=54,8\text{dB}$, $\bar{X}=58\pm6,75\text{dB}$ e $\bar{X}=49,2\pm3,5\text{dB}$, respectivamente) que o valor obtido para o grupo "pós-muda" do presente estudo.

Quanto à área do fonetograma, no presente estudo observou-se aumento (não estatisticamente significante) da área com o desenvolvimento vocal. Este dado indicou uma tendência ao aumento do potencial vocal durante o desenvolvimento da voz devido à puberdade. O único estudo encontrado com crianças e adolescentes que faz referência à área do fonetograma foi realizado por Komiyama, Watanabe e Ryu (1984). No estudo os autores afirmaram que a área do fonetograma apresentou uma rápida elevação entre 8 e 9 anos de idade e também entre 15 e 16 anos. No presente estudo observou-se que o maior aumento da área do fonetograma ocorreu entre os estágios “final muda” e “pós-muda” cujas médias das idades foram, respectivamente, 15 e 16 anos. Dois dos três autores encontrados que estudaram a medida da área do fonetograma apresentaram os valores em dB.st. Para a conversão de dB.st para cm^2 foi utilizado o fator de conversão de 0,045 cm^2 , de acordo com Schutte e Seidner (1983), em que 10dB correspondem a 15 mm e 12st correspondem a 36mm.

Considerando-se a média e o desvio padrão da área do fonetograma do grupo "pós-muda" ($\bar{X}=51,9\pm8,85\text{cm}^2$) constatou-se que este grupo apresentou valor próximo ao encontrado por Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005) e menor que os obtidos por Ikeda et al. (1999) e Titze et al. (1995) para a área do fonetograma de homens adultos ($\bar{X}=43\pm4,5\text{cm}^2$, $\bar{X}=25,7\text{cm}^2$ e $\bar{X}=25,57\text{cm}^2$, respectivamente).

Por meio do potencial vocal (BARROS; ANGELIS, 2002; BEHLAU et al., 2001; COLEMAN; MABIS; HINSON, 1977; DAMSTÉ, 1970; GRAMMING; ÅKERLUND, 1988; MONTOJO; GARMENDIA; COBETA, 2006; SCHUTTE; SEIDNER, 1983; STEMPLE; GLAZE; GERDEMAN, 1995) dos indivíduos avaliados no presente estudo, quanto aos parâmetros de frequência e intensidade, foi possível

observar as características do desenvolvimento vocal, como relatado por Damsté (1970).

A existência de duas fases distintas no período da muda vocal foi percebida pela avaliadora na análise perceptivo-auditiva da voz durante a coleta de dados deste estudo. Os indivíduos que estavam no período da muda vocal apresentaram *pitch* vocal muito distintos; enquanto uns estavam no processo de mudança outros já apresentavam *pitch* grave, mas ainda havia sinais de imaturidade vocal, ficando evidente que não haviam completado a muda vocal. Dessa forma, optou-se por separar o período da muda vocal em dois grupos, que foram aqui chamados de grupos “muda” e “final muda”.

Os resultados da avaliação acústica comprovaram a existência destas duas fases dentro do período da muda vocal, uma vez que foi observada diferença significativa da frequência fundamental habitual da voz e das frequências mínima e máxima da fonetografia entre os grupos “muda” e “final muda”. Este fato foi também visualizado pela semelhança entre os traçados dos fonetogramas representativos dos grupos na primeira fase do desenvolvimento vocal (“pré-muda” e “muda”) e dos grupos na fase final (“final muda” e “pós-muda”), e a conseqüente diferença entre os traçados dos fonetogramas dos grupos “muda” e “final muda” (Figura 9)^e.

---

^e ver página 143.

7 CONCLUSÃO

---

7 CONCLUSÃO

As características biológicas observadas durante o desenvolvimento vocal foram:

Maturação biológica

- Aumento significativo da estatura e do peso.
- Desenvolvimento gradativo dos genitais e dos pêlos pubianos, axilares e faciais. Verificou-se que todos os indivíduos no estágio final do período pubertário do desenvolvimento dos genitais (G4) e/ou pêlos pubianos (P4) ou com pêlos faciais já iniciaram a muda vocal e que os indivíduos no período pós-pubertário de genitais (G5) encontraram-se, no mínimo, no final da muda vocal. Os pêlos axilares foram encontrados desde o período pré-muda com aumento gradativo, sendo que esteve presente em quase 100% dos indivíduos no final da muda vocal.

Auto-imagem vocal e constrangimento social

- Prevalência de auto-imagem vocal positiva.
- Não foi observado constrangimento social relevante e a auto-imagem vocal foi positiva para a maioria dos indivíduos que passaram por constrangimento devido à muda vocal.

Avaliação perceptivo-auditiva - escala GIRBAS

- Foi encontrada pequena porcentagem de alteração vocal discreta em todos os grupos, embora nos grupos que se caracterizaram no período da muda vocal (“muda” e “final muda”) tenha sido observado aumento desta porcentagem.
- Ocorrência de instabilidade vocal somente a partir do grupo “muda” e em pequena porcentagem.
- A rugosidade foi encontrada em grau discreto em todos os grupos, sendo que nos grupos "muda", "final muda" e "pós-muda" este fator esteve presente para maioria dos indivíduos (nos grupos "final muda" e "pós-muda", provavelmente devido à presença de crepitação vocal, comum às vozes graves).
- Maiores porcentagens de indivíduos com soprosidade nos grupos “pré-muda” e “muda” e diminuição gradativa da soprosidade nos estágios finais do desenvolvimento vocal (grupos “final muda” e “pós-muda”).
- A astenia e a tensão vocais não estão relacionadas ao desenvolvimento vocal, uma vez que não estiveram presentes durante o mesmo.

Medição da frequência fundamental habitual da voz

- Diminuição significativa da frequência fundamental em aproximadamente uma oitava.

Fonetografia

- As mudanças mais notáveis na fonetografia ocorreram durante a muda vocal, entre os grupos "muda" e "final muda".
- Diminuição significativa das frequências mínima e máxima (11st e 7st, respectivamente).
- Aumento significativo da extensão vocal e deslocamento da mesma em direção às frequências mais graves.

- Aumento significativo da ocorrência de quebras de freqüência vocal, durante fonetografia, no período da muda vocal.
- Não houve mudança significativa das intensidades mínima e máxima da fonetografia.
- Não houve mudança significativa da extensão dinâmica máxima, mas observou-se o seu deslocamento em direção às freqüências mais graves.
- Não houve aumento significativo na área do fonetograma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ANDREWS, M. L.; Comportamento vocal das crianças: uma perspectiva de desenvolvimento. In: _____. **Terapia vocal para crianças: os primeiros anos escolares**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998a. cap. 2, p. 31-45.

ANDREWS, M. L.; SUMMERS, A. Adolescence: a time for change. In: _____. **Voice therapy for adolescents**. San Diego: Singular, 1991. cap. 1, p. 1-25.

ANDREWS, M. L.; Terapia vocal para crianças: uma perspectiva clínica. In: _____. **Terapia vocal para crianças: os primeiros anos escolares**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998b. cap. 1, p. 11-30.

ANGELIS, E. C. de; CERVANTES, O.; ABRAHÃO, M. Necessidade de medidas objetivas da função vocal: avaliação acústica da voz. In: FERREIRA, L. P.; COSTA, H. O. **Voz ativa: falando sobre a clínica fonoaudiológica**. São Paulo: Roca, 2001. cap. 5, p. 53-72.

ARAÚJO, S. A. et al. Normatização de medidas acústicas da voz normal. **Rev Bras Otorrinolaringol**, v. 68, n. 4, p. 540-4, jul./ago. 2002.

ARONSON, A. E. Normal voice development. In: _____. **Clinical voice disorders**. New York: Thieme, 1990. cap. 3, p. 39-51.

BAKER, E. R. Body weight and the initiation of puberty. **Clinical Obstetrics and Gynecology**, v. 28, n. 3, p. 573-9, Sep. 1985.

---

* De acordo com:

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro. 2002.

BARROS, A. P. B.; ANGELIS, E. C. DE. Análise acústica da voz. In: DEDIVITIZ, R. A.; BARROS, A. P. B. **Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz**. São Paulo: Lovise, 2002. cap. 15, p. 201-21.

BATALLA, F. N. et al. Evaluación perceptual de la disfonía: correlación con los parámetros acústicos y fiabilidad. **Acta Otorrinolaringol Esp**, v. 55, p. 282-7, 2004.

BEHLAU, M.; AZEVEDO, R.; PONTES, P. Conceito de voz normal e classificação das disfonias. In: BEHLAU, M. (Org.). **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v. 1, cap. 2, p. 53-84.

BEHLAU, M. et al. Avaliação de voz. In: BEHLAU, M. (Org.). **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v. 1, cap. 3, p. 85-245.

BEHLAU, M.; MADAZIO, G.; PONTES, P. Disfonias organofuncionais. In: BEHLAU, M. (Org.). **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v. 1, cap. 5, p. 295-341.

BEHLAU, M. O desenvolvimento da voz na criança. **Temas Desenvolv**, v. 1, p. 3-6, 1991.

BEHLAU, M.; PONTES, P. A. de L.. Disfonias Psicogênicas. In: FERREIRA, L. P. **Um pouco de nós sobre voz**. Carapicuíba: Pró-Fono, 1992. cap. 5, p. 61-86.

BEHLAU, M.; REHDER, M. I.; VALENTE, O. Disfonias Endócrinas. In: BEHLAU, M. (Org.). **Voz: o livro do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2005. v. 2, cap. 7, p. 51-78.

BEHLAU, M. S.; TOSI, O.; PONTES, P. A. DE L. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura ("jitter") e intensidade ("shimmer"), para falantes do português brasileiro. **Acta AWHO**, v. 4, p. 5-10, 1985.

BENNETT, S. A 3-year longitudinal study of school-aged children's fundamental frequencies. **J Speech Hear Res**, v. 26, p.137-42, Mar. 1983.

BLESS, D. M.; HICKS, D. M. Diagnosis and measurement: assessing the "WHs" of voice function. In: BROWN, W. S.; VINSON, B. P.; CRARY, M. A.. **Organic voice disorders: assessment and treatment**. San Diego: Singular, 1996. cap. 6, p. 119-163.

BÖHME, G.; STUCHLIK, G. Voice profiles and standard voice profile of untrained children. **J Voice**, New York, v. 9, n. 3, p. 304-7, 1995.

BOLTEZAR, I. H.; BURGER, Z. R.; ZARGI, M. Instability of voice in adolescence: pathologic condition or normal developmental variation?. **J Pediatr**, v. 130, n. 2, p. 185-90, Feb. 1997.

BONJARDIM, E.; HEGG, R. V. Metodologia. In: _____. **Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros: comprimento tronco-cefálico e comprimento de membros inferiores**. São Paulo: Editora Brasileira de Ciências, 1988. v.7, cap. 2, p. 9-11.

BORGES, F. S.; MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Perfil antropométrico e metabólico de rapazes pubertários da mesma idade cronológica em diferentes níveis de maturação sexual. **R Bras Ci e Mov**, Brasília, v. 12, n. 4, p. 7-12, dez. 2004.

CARVALHO, P. R. DE. **Auto-avaliação puberal masculina**. 1990. 83 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CASTRO, L.; BEHLAU, M. Muda vocal fisiológica e desenvolvimento puberal: comparação entre dois grupos de adolescentes. In: BEHLAU M. (Org.) **A voz do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001. v. 1, cap. 18, p. 243-52.

CHIPKEVITCH, E. Exame físico. In: _____. **Puberdade & adolescência: aspectos biológicos clínicos e psicossociais**. São Paulo: Roca, 1995a. cap. 10, p. 213-51.

CHIPKEVITCH, E. Fatores que influenciam a puberdade. In: _____. **Puberdade & adolescência: aspectos biológicos clínicos e psicossociais**. São Paulo: Roca, 1995b. cap. 6, p. 101-10.

COLEMAN, R. F.; MABIS, J. H.; HINSON, J.K. Fundamental frequency-sound pressure level profiles of adult male and female voices. **J Speech Hear Res**, v. 20, p. 197-204, 1977.

COLLI, A. S.; COATES, V.; GUIMARÃES, E. M. B. Monitorização do crescimento de desenvolvimento físico. In: COATES, V.; FRANÇOZO, L. A.; BEZNOS, G. W. (Coord.). **Medicina do adolescente**. São Paulo: Sarvier, 1993. cap. 2, p. 51-8.

COLLI, A. S. Inter-relações entre características de maturação sexual em adolescentes brasileiros: I - sexo masculino. **Pediatr**, São Paulo, v. 6, p. 18-24, 1984.

COLLI, A. S. Maturação sexual na população brasileira: limites de idade. **J Pediatr**, v. 60, n. 4, p. 173-5, 1986.

COSTA, H. O.; SILVA, M. A. A. Alterações fisiológicas da voz. In: _____. **Voz cantada: evolução, avaliação e terapia fonoaudiológica**. São Paulo: Lovise, 1998. cap. 8, p. 111-23.

CRAWFORD, S. M. Anthropometry. In: DOCHERTY, D. **Measurement in pediatric exercise science**. Champaign: Human Kinetics, 1996. cap. 1, p. 17-86.

CURRY, E. T. Voice changes in male adolescents. **Laryngoscope**, v. 56, n., p. 795-805, 1946.

DAMSTÉ, P. H. The phonetogram. **Pract Otorhinolaryngol**, v. 32, n.3, p. 185-7, 1970.

DUARTE, M. de F. da S. Maturação física: uma revisão da literatura, com especial atenção à criança brasileira. **Cad Saúde Públ**, Rio de Janeiro, v. 9, p. 71-84, 1993. Suplemento 1.

FUCHS, M. et al. Predicting mutational change in the speaking voice of boys. **J Voice**, New York, v. 21, n. 2, p.169-78, 2006.

GIL et al. A memória da muda vocal. **Acta AWHO**, v. 13, n. 2, p. 74-80, maio/ago. 1994.

GRAMMING, P.; ÅKERLUND, L. Non-organic dysphonia. Phonetograms for normal and pathological voices. **Acta Otolaryngol**, v. 106, p. 468-76, 1988.

GREENE, M.; MATHIESON, R. Voice mutation: infancy to senescence. In: _____. **The voice and its disorders**. 5th ed. San Diego: Singular, 1992. cap. 5, p. 59-72.

GUTIÉRREZ, C. A. Evolución de la voz desde el nacimiento hasta la senectud. **Acta Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuelo**, v. 31, n. 2, jun. Disponível em: <http://encolombia.com/medicina/otorrino/otorrinosupl31203-evolucion.htm>. Acesso em: 09 set. 2006.

HACKI, T.; HEITMÜLLER, S. Development of the child's voice: permutation, mutation. **Int J Pediatr Otorhinolaryngol**, v. 49, suppl. 1, p. S141-4, 1999.

HACKI, T. Tonhöhen- und intensitätsbefunde bei stimmgeübten: vergleichend sprechstimmfeld-, rufstimmfeld- und singstimmfeldmessung. **HNO**, v. 47, p. 809-15, 1999.

HARRIES, M. L. L. et al. Changes in the male voice at puberty. **Arch Dis Child**, v. 77, p. 445-7, 1997.

HEYLEN, L. et al. Evaluation of the vocal performance of children using a voice range profile index. **J Speech Lang Hear Res**, v. 41, p. 232-8, Apr. 1998.

IKEDA, Y. et al. Quantitative evaluation of the voice range profile in patients with voice disorder. **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 256, p. S51-5, 1999.

JOTZ, G. P. et al. Avaliação vocal na infância. In: FERREIRA, L. P.; COSTA, H. O. **Voz ativa: falando sobre a clínica fonoaudiológica**. São Paulo: Roca, 2001. cap. 15, p. 183-94.

KAHANE, J. C. Growth of the human prepubertal and pubertal larynx. **J Speech Hear Res**, v. 25, p. 446-55, Sept. 1982.

KAHANE, J. C. Lifespan changes in the larynx: an anatomical perspective. In: BROWN, W. S.; VINSON, B. P.; CRARY, M. A.. **Organic voice disorders: assessment and treatment**. San Diego: Singular, 1996. cap. 4, p. 89-110.

KLINGHOLZ, F. Computer aided evaluation of phonetograms. **Comput Methods Programs Biomed**, v. 37, p. 127-35, 1992.

KOMIYAMA, S.; WATANABE, H.; RYU, S. Phonographic relationship between pitch and intensity of the human voice. **Folia Phoniatri**, v. 36, p. 1-7, 1984.

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

LEBORGNE, W. D.; WEINRICH, B. D. Phonetogram changes for trained singers over a nine-month period of vocal training. **J Voice**, New York, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2002.

LE HUCHE, F. ALLALI, A. Desenvolvimento e evolução da laringe. In: _____. **A voz**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1999. cap. 15, p. 104-5.

MA, E. P.-M.; YIU, E. M.-L. Multiparametric evaluation of dysphonic severity. **J Voice**, New York, v. 20, n. 3, p. 380-90, 2006.

MA, E. et al. Reliability of speaking and maximum voice range measures in screening for dysphonia. **J Voice**, New York, v. 21, n.4, p. 397-406, 2006.

MAGALHÃES, M. K. **Banco de dados sobre fonetografia e elaboração digital do fonetograma**. 2004. 120 f. 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, São Carlos.

MALINA, R. M. Competitive youth sports and biological maturation. In: BROWN, E. W.; BRANTA, C. F. **Competitive sports for children and youth**. Champaign: Human Kinetics, 1988. cap. 17, p. 227-45.

MARQUES, R. M.; MARCONDES, E.; BERQUÓ, E. **Crescimento e desenvolvimento pubertário em crianças e adolescentes brasileiros: II. altura e peso**. São Paulo: Editora Brasileira de Ciências, 1982. 161 p.

MARTENS, J. W. M. A. F.; VERSNEL, H.; DEJONCKERE, P. H. The effect of visible speech in the perceptual rating of pathological voices. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**, v. 133, p. 178-85, 2007.

MARTIN, R. H. C. et al. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Rev Paul Educ Fís**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 212-22, jul./dez. 2001.

MATSUDO, S. M. M.; MATSUDO, V. K. R. Validade da auto-avaliação na determinação da maturação sexual. **Rev Bras Ciênc Mov**, v. 5, n. 2, p. 18-35, abr. 1991.

MCALLISTER, A. et al. Relations between voice range profiles and physiological and perceptual voice characteristics in ten-year-old children. **J Voice**, New York, v. 8, n. 3, p. 230-9, 1994.

MILLET, B.; DEJONCKERE, P. H. What determines the differences in perceptual rating of dysphonia between experienced raters?. **Folia Phoniatr Logop**, v. 50, p. 305-10, 1998.

MONTOJO, J.; GARMENDIA, G.; COBETA, I. Comparación entre los resultados del fonetograma manual y el fonetograma automático. **Acta Otorrinolaringol Esp**, v. 57, p. 313-8, 2006.

MORRIS, N. M.; UDRY, J. R. Validation of a self-administered instrument to assess stage of adolescent development. **J Youth Adolescent**, v. 9, p. 271-80, 1980.

NEUSCHAFER-RUBE, C.; ŠRAM, F.; KLAJMAN, S. Tree-dimensional phonetographic assessment of voice performance in professional and non-professional speakers. **Folia Phoniatr Logop**, v. 49, p. 96-104, 1997.

PABON, J. P. H.; PLOMP, R. Automatic phonetogram recording supplemented with acoustical voice-quality parameters. **J Speech Hear Res**, Rockville, v. 31, n. 4, p. 710-22, Dec. 1988.

PEDREY, C. P. A study of voice change in boys between the ages of eleven and sixteen. **Speech Monogr**, v. 12, p. 30-6, 1945.

POLIDO, A. et al. Falsete mutacional: estudo de cinco casos. **Pró-fono**, v. 13, n. 1, p. 67-70, 2001.

PRECIADO, J. et al. Examen de la función vocal y análisis acústico de 905 docentes de La Rioja. **Acta Otorrinolaringol Esp**, v. 56, p. 261-72, 2005.

PRIBUIŠIENĖ, R. et al. Perceptual and acoustic characteristics of voice changes in reflux laryngitis patients. **J Voice**, New York, v. 20, n. 1, p. 128-36, 2006.

PRIBUIŠIENĖ, R.; ULOZA, V.; ŠAFERIS, V. Multidimensional voice analysis of reflux laryngitis patients. **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 262, n.1, p. 35-40, Jan. 2005.

RUIZ, D. M. C. F. **Ocorrência da muda vocal fisiológica e relação com estatura física**. 1993. 28 f. Monografia (Especialização em Patologias da Comunicação) - Universidade do Sagrado Coração, Bauru.

SAITO, M. I. Maturação sexual: auto avaliação do adolescente. **Pediatr**, São Paulo, v. 6, p. 111-5, 1984.

SANTOS, M. B. O.; BEHLAU, M. Perfil vocal de adolescentes de escolas particulares da cidade de São Bernardo do Campo. In: BEHLAU M.; GASPARINI, G. (Org.) **A voz do especialista**. Rio de Janeiro: Revinter, 2006. v. 3, cap. 16, p. 183-98.

SCHUTTE, H. K.; SEIDNER, W. Recommendation by the union of european phoniaticians (UEP): standardizing voice area measurement/phonetography. **Folia Phoniatic**, v. 35, p. 286-8, 1983.

STEMPLE, J. C.; GLAZE, L. E.; GERDEMAN, B. K. Instrumental measurement of voice. In: _____. **Clinical voice pathology: theory and management**. 2nd. ed. San Diego: Singular, 1995. cap. 6, p. 119-66.

SULTER, A. M. et al. A structured approach to voice range profile (phonetogram) analysis. **J Speech Hear Res**, v. 37, p. 1076-85, Oct. 1994.

SULTER, A. M.; SCHUTTE, H. K.; MILLER, D. G. Differences in phonetogram features between male and female subjects with and without vocal training. **J Voice**, New York, v. 9, n. 4, p. 363-77, 1995.

TANNER, J. M. The development of the reproductive system. In: _____. **Growth at adolescence**. 2nd ed. Oxford: Blackwell, 1962. cap. 2, p. 28-39.

TELES-MAGALHÃES, L. C.; PEGORARO-KROOK, M. I.; PEGORARO, R. Study of the elderly female's voice by fonetography. **J Voice**, New York, v. 14, n. 3, p. 310-21, 2000.

TITZE, I. R. et al. Comparison between clinician-assisted and fully automated procedures for obtaining a voice range profile. **J Speech Hear Res**, v. 38, p. 526-35, June. 1995.

VALENZUELA, Y. C. et al. Pubertad y cambio de voz en el varón escolar de Santiago. **Rev Otorrinolaringol Cir Cabeza Cuello**, v. 41, n. 1, p. 8-12, 1981.

WEBB, A. L. et al. The reliability of three perceptual evaluation scales for dysphonia. **Eur Arch Otorhinolaryngol**, v. 261, p. 429-34, 2004.

WUYTS, F. L.; BODT, M. S. DE; HEYNING, P. H. V. DE. Is the reliability of a visual analog scale higher than an ordinal scale?: an experiment with the GRBAS scale for the perceptual evaluation of dysphonia. **J Voice**, New York, v. 13, n. 4, p. 508-17, 1999.

WUYTS, F. L. et al. Effects of age, sex, and disorder on voice range profile characteristics of 230 children. **Ann Otol Rhinol Laryngol**, v. 112, n. 6, p. 540-8, 2003.

YAMAGUCHI, H. et al.. A comparison of voice quality ratings made by japanese and american listeners using the GRBAS scale. **Folia Phoniat Logop**, v. 55, n. 3, p. 147-57, May/June 2003.

ANEXO

ANEXO A – Descrição de Tanner (1962) para os Estágios de Desenvolvimento Sexual Masculino

ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DOS GENITAIS

- **Estágio 1.** Pré-adolescência. Testículos, escroto e pênis são aproximadamente do mesmo tamanho e mesma proporção como na primeira infância.
- **Estágio 2.** Aumento do escroto e dos testículos. A pele do escroto torna-se avermelhada e muda de textura. Pouco ou nenhum aumento do pênis nesse estágio (que compreende o período entre os pontos T1 e P1 da terminologia de Stolz).
- **Estágio 3.** Aumento do pênis, que ocorre, no início, principalmente em comprimento. Crescimento dos testículos e do escroto.
- **Estágio 4.** Aumento do tamanho do pênis, com crescimento em largura e desenvolvimento da glândula. Aumento dos testículos e do escroto; aumento do escurecimento da pele escrotal.
- **Estágio 5.** Genitália adulta em tamanho e forma.

ESTÁGIOS DE DESENVOLVIMENTO DOS PÊLOS PUBIANOS

- **Estágio 1.** Pré-adolescência. Ausência de pelos pubianos.
- **Estágio 2.** Crescimento esparso de pêlos finos e longos, levemente corados, lisos ou apenas levemente ondulados, presentes principalmente na base do pênis.
- **Estágio 3.** Consideravelmente mais escuro, mais grosso e mais ondulado. O pêlo espalha-se de modo esparso sobre a junção do púbis. É nesse estágio que o pêlo pubiano aparece pela primeira vez nas fotografias, em preto e branco, de corpo inteiro. Ajustes especiais são necessários para fotografar os pêlos no estágio 2.
- **Estágio 4.** Os pêlos assemelham-se ao tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto. Não há pêlos espalhados sobre a superfície medial das coxas.
- **Estágio 5.** Adultos em quantidade e tipo. Há pêlos espalhados sobre a superfície medial das coxas, mas não há pêlos próximo à linha Alba ou em qualquer lugar acima da base do triângulo invertido.
- **Estágio 6.** Os pêlos pubianos espalham-se no plano sagital.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabela com os valores de frequência fundamental da vogal /a/ sustentada e da fala encadeada descritos na literatura estudada

AUTOR/ ANO	LÍNGUA	SEXO	TREINO VOCAL	IDADE (anos)	PERÍODO VOCAL	FREQUENCIA FUNDAMENTAL (Hz)	
						VOGAL /a/	FALA ENCADEADA
Valenzuela et al. (1981)	espanhol	M	não	< 12 12 - 16 > 17	-----	260 250-140 130	-----
Bennett (1983)*	inglês	M	não	$\bar{X}$ =8	-----	-----	$\bar{X}$ =234±19,76
				$\bar{X}$ =9			$\bar{X}$ =226±16,42
				$\bar{X}$ =10			$\bar{X}$ =224±14,68
				$\bar{X}$ =11			$\bar{X}$ =216±15,04
Behlau, Tosi e Pontes (1985)	português brasileiro	M/F**	não	8 - 12	pré-muda	$\bar{X}$ =235,76	-----
				18 - 45	pós-muda	$\bar{X}$ =113,01	
Hacki e Heitmüller (1999)	alemão	M	não	4	-----	$\bar{X}$ =277,18	-----
				5		$\bar{X}$ =261,63	
				6		$\bar{X}$ =277,18	
				7		$\bar{X}$ =277,18	
				8		$\bar{X}$ =261,63	
				9		$\bar{X}$ =233,08	
				10		$\bar{X}$ =246,94	
				11		$\bar{X}$ =261,63	
				12		$\bar{X}$ =233,08	
Castro e Behlau (2001)	português brasileiro	M	não	12 -18 ($\bar{X}$ =15)	-----	$\bar{X}$ =173	-----
Araújo et al. (2002)	português brasileiro	M	não	-----	pós-muda	$\bar{X}$ =127,61±20,26	-----
Gutiérrez (2003)	espanhol	M	não	-----	pós-muda	110	-----
Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005)	lituano	M	não	$\bar{X}$ =30,6±9,1	pós-muda	$\bar{X}$ =119,8±15,2	-----
Preciado et al. (2005)	espanhol	M	sim	-----	pós-muda	$\bar{X}$ =154,7±32,46	-----
Fuchs et al. (2006)**	alemão	M	sim	9 – 12 ($\bar{X}$ =11)	pré-muda	-----	226,2

Legenda: M - sexo masculino

M/F – sexos masculino e feminino

* estudo longitudinal com duração de 3 anos

** não foram apresentados na tabela os valores de frequência fundamental para o sexo feminino

APÊNDICE B – Tabela com os valores das medidas da fonetografia descritos na literatura estudada

AUTOR/ ANO	LÍNGUA	SEXO	TREINO VOCAL	IDADE (anos)	PERÍODO VOCAL	FONETOGRAFIA							
						TIPO	F _{MIN} (Hz)	F _{MÁX} (Hz)	EV (st)	I _{MIN} (dB)	I _{MÁX} (dB)	EDM (dB)	ÁREA (cm ²)
Coleman, Mabis e Hinson (1977)	inglês	M	com e sem treino	$\bar{X}$ =25,4	pós-muda	M	-----	-----	$\bar{X}$ =37,1	$\bar{X}$ =58	$\bar{X}$ =117	$\bar{X}$ =54,8	-----
Komiyama, Watanabe e Ryu (1984)	japonês	M/F**	não	6	-----	M	-----	-----	23***	75***	100***	-----	-----
				12					40***	72***	105***		
				20					38***	73***	106***		
Gramming e Åkerlund (1988)	sueco	M	não	$\bar{X}$ =34	pós-muda	M	-----	-----	$\bar{X}$ =28,3	-----	-----	-----	-----
McAllister et al. (1994)	sueco	M/F** M	não	10 10	pré-muda muda	M	$\bar{X}$ =208 $\bar{X}$ =196	$\bar{X}$ =880 $\bar{X}$ =1047	$\bar{X}$ =25±7 $\bar{X}$ =29±6,9	-----	-----	$\bar{X}$ =21,4 $\bar{X}$ =22,8±6,6	-----
Böhme e Stuchlik (1995)	alemão	M/F**	não	7 - 10	-----	M	-----	-----	$\bar{X}$ =29	$\bar{X}$ =53-78±4-8	$\bar{X}$ =70-91±6-8	-----	-----
Titze et al. (1995)	inglês	M	não	$\bar{X}$ =37,4	pós-muda	M	-----	-----	$\bar{X}$ =18,1±1,79	$\bar{X}$ =68,5±2,07	$\bar{X}$ =111±2,71	$\bar{X}$ =37,5±4,28	$\bar{X}$ =21,63±3,74*
						C			$\bar{X}$ =19,7±2,54	$\bar{X}$ =67,6±2,41	$\bar{X}$ =115,5±3,84	$\bar{X}$ =44,2±5,85	$\bar{X}$ =25,57±6,6*
Sulter, Schutte e Miller (1995)	holandês	M	não sim	$\bar{X}$ =25 $\bar{X}$ =47,5	pós-muda	C	$\bar{X}$ =86,1±14,01 $\bar{X}$ =74±13,49	$\bar{X}$ =785,4±188,38 $\bar{X}$ =688,2±228,14	$\bar{X}$ =38,3±3,8 $\bar{X}$ =37,9±5,9	$\bar{X}$ =46,6±5,74 $\bar{X}$ =45,7±4,43	$\bar{X}$ =100,3±5,57 $\bar{X}$ =101,2±4,91	-----	-----
Neuschafer-Rube, Šram e Klajman (1997)	-----	M	não sim	$\bar{X}$ =34 $\bar{X}$ =36	pós-muda	M	-----	-----	$\bar{X}$ =32 $\bar{X}$ =37	50-105 44-85	75-105 55-110	-----	-----
Heylen et al. (1998)	francês	M/F**	não	6-11	pré-muda	C	$\bar{X}$ =192,8±2,5	$\bar{X}$ =857±21	$\bar{X}$ =26,4±0,5	$\bar{X}$ =48,2±0,3	$\bar{X}$ =98±0,6	$\bar{X}$ =49,7±0,6	-----
Hacki (1999)	alemão	M	sim	$\bar{X}$ =29±10,9	pós-muda	C	$\bar{X}$ =77	$\bar{X}$ =659	$\bar{X}$ =37±3,13	$\bar{X}$ =48±3,79	$\bar{X}$ =106±5,31	$\bar{X}$ =58±6,75	-----
Hacki e Heitmüller (1999)	alemão	M	não	4	-----	C	-----	-----	$\bar{X}$ =16	$\bar{X}$ =54	$\bar{X}$ =95	-----	-----
				5					$\bar{X}$ =20	$\bar{X}$ =53	$\bar{X}$ =94		
				6					$\bar{X}$ =24	$\bar{X}$ =54	$\bar{X}$ =101		
				7					$\bar{X}$ =23	$\bar{X}$ =51	$\bar{X}$ =99		
				8					$\bar{X}$ =24	$\bar{X}$ =54	$\bar{X}$ =100		
				9					$\bar{X}$ =27	$\bar{X}$ =51	$\bar{X}$ =100		
				10					$\bar{X}$ =26	$\bar{X}$ =51	$\bar{X}$ =101		
				11					$\bar{X}$ =28	$\bar{X}$ =52	$\bar{X}$ =93		
12	$\bar{X}$ =27	$\bar{X}$ =50	$\bar{X}$ =96										
Ikeda et al. (1999)	japonês	M	não	21-29	pós-muda	C	-----	-----	-----	-----	-----	-----	$\bar{X}$ =25,7
Wuytz et al. (2003)	francês	M	não	6-7	-----	C	$\bar{X}$ =194	$\bar{X}$ =741±29	$\bar{X}$ =23,2±0,8	$\bar{X}$ =48,6±0,4	$\bar{X}$ =97,2±1,0	$\bar{X}$ =47,9±1,1	-----
				8-11			$\bar{X}$ =194	$\bar{X}$ =923±44	$\bar{X}$ =28,7±1,0	$\bar{X}$ =48,6±0,4	$\bar{X}$ =101,7±0,9	$\bar{X}$ =53,8±1	
Pribušienė, Uloza e Šaferis (2005)	lituano	M	não	$\bar{X}$ =30,6±9,1	pós-muda	C	$\bar{X}$ =83±10,9	$\bar{X}$ =696,6±106,2	$\bar{X}$ =36,6±2,9	$\bar{X}$ =46,2±0,4	$\bar{X}$ =95,4±3,7	$\bar{X}$ =49,2±3,5	$\bar{X}$ =43±4,5*
Montejo, Garmendia e Cobeta (2006)	espanhol	M/F**	sim	21-53	pós-muda	M	-----	-----	$\bar{X}$ =32	-----	$\bar{X}$ =112	$\bar{X}$ =20	-----
						C			$\bar{X}$ =38		$\bar{X}$ =114	$\bar{X}$ =37	

Legenda: M - sexo masculino

M/F – sexos masculino e feminino

C – fonetografia computadorizada

M – fonetografia manual

* os valores da área do fonetograma foram transformados de dB.st para st (semitom) de acordo com o fator de conversão apresentado por Schutte e Seidner (1993)

**não foram apresentados na tabela os valores das medidas da fonetografia para o sexo feminino

***valores máximos das medidas da fonetografia

APÊNDICE C - Formulário de Entrevista Pré, Peri e Pós Muda Vocal

Nome: _____ DN: ____/____/____
 Idade: ____ anos ____ meses   Peso: ____ kg   Altura: ____ m
 Desenvolvimento dos Genitais: ☐ G1   ☐ G2   ☐ G3   ☐ G4   ☐ G5
 Desenvolvimento dos Pêlos Pubianos: ☐ P1   ☐ P2   ☐ P3   ☐ P4   ☐ P5   ☐ P6
Pêlos Axilares: ☐ presentes   ☐ ausentes
Pêlos Faciais: ☐ presentes   ☐ ausentes
 Data de preenchimento: ____/____/____

OBS: indivíduos pré-muda responder apenas às questões marcadas com um asterisco (*)

- (1)* O que você acha da sua voz atual? _____
- (2)* Você gosta da sua voz atual?   ☐ sim   ☐ não
- (3)* Se você tivesse de classificar sua voz como algo positivo ou negativo, o quê seria?   ☐ positivo   ☐ negativo
- (4)* Você tem notado ou notou alguma mudança na sua voz durante a adolescência?   ☐ sim   ☐ não
- (5) O que mudou na sua voz? _____
- (6) Quando começou a notar essa mudança da sua voz (na adolescência)? _____
- (7) Essa mudança da sua voz
☐ continua até hoje   ☐ durou de 1 a 3 meses   ☐ durou de 3 a 6 meses   ☐ durou de 6 a 9 meses
☐ durou de 9 meses a 1 ano   ☐ durou de 1 a 2 anos   ☐ durou + de 2 anos   ☐ não lembra quanto durou
- (8) Como era sua voz antes da mudança de voz na adolescência?
☐ instável   ☐ desafinada   ☐ rouca   ☐ fina   ☐ grossa   ☐ fraca   ☐ falava muito alto (forte)
☐ outros _____
- (9) Como sua voz ficou durante a mudança de voz na adolescência?
☐ instável   ☐ desafinada   ☐ rouca   ☐ fina   ☐ grossa   ☐ fraca   ☐ falava muito alto (forte)
☐ outros _____
- (10)* Como você classificaria a sua voz atual?
☐ instável   ☐ desafinada   ☐ rouca   ☐ fina   ☐ grossa   ☐ fraca   ☐ falo muito alto (forte)
☐ outros _____
- (11) O que você acha que sua voz provoca ou provocava nos outros durante a muda vocal?
☐ risos   ☐ desconforto   ☐ ansiedade   ☐ rejeição   ☐ irritação   ☐ nada
☐ outros _____
- (12) Por causa da mudança na sua voz, o que você sente ou sentia?
☐ vergonha   ☐ extrema vergonha   ☐ chateação   ☐ irritação   ☐ tristeza
☐ constrangimento   ☐ evita/evitava falar   ☐ ansiedade   ☐ aflição   ☐ nada
☐ outros _____
- (13) Você usa ou usava de algum artifício (“jeitinho”) para disfarçar a voz durante a muda vocal?
☐ não
☐ sim qual? _____
                                          por que? _____
- (14)* Você acha que sua voz corresponde:
 (a) a sua idade?   ☐ sim   ☐ não
 (b) ao seu tipo físico?   ☐ sim   ☐ não
 (c) a sua personalidade?   ☐ sim   ☐ não
- (15)* Você gostaria de melhorar a sua voz?   ☐ sim   ☐ não

DESENVOLVIMENTO DOS GENITAIS

G1.

Ainda não houve aumento dos testículos, do escroto e do pênis.

G2.

Aumento do escroto e dos testículos

A pele do escroto torna-se avermelhada e muda de textura

Pequeno ou nenhum aumento do pênis

G3.

Aumento do pênis, principalmente em comprimento

Continua o crescimento dos testículos e do escroto

G4.

Aumento do tamanho do pênis (largura)

Desenvolvimento da glândula

Continua o aumento dos testículos e do escroto

A pele escrotal fica mais pigmentada (com mais cor)

G5.

Genitais adultos em tamanho e forma

DESENVOLVIMENTO DOS PÊLOS PUBIANOS

P1.
Ausência de pêlos pubianos

P2.
Crescimento espalhado de pêlos finos e longos, levemente corados, lisos ou apenas levemente ondulados

Presentes principalmente na base do pênis

P4.
Os pêlos assemelham-se ao tipo adulto

A área coberta é consideravelmente menor que no adulto

Não há pêlos espalhados sobre a parte interna das coxas

P3.
Pêlos mais escuros, mais grossos e mais ondulados

Distribuídos na região pubiana, cobrem uma área maior que no estágio P2

P5.
Pêlos com aparência de adulto em quantidade e tipo

Há pêlos espalhados sobre a parte interna das coxas

Não há pêlos próximo à linha Alba ou em qualquer lugar acima da base do triângulo invertido

P6.
Os pêlos pubianos espalham-se para a linha Alba

APÊNDICE F – Protocolo de Avaliação Perceptivo-Auditiva

INDIVÍDUO _____

FONOAUDIÓLOGO _____

Faixa _____ - Amostra de conversa espontânea:**Escala GIRBAS** (0 = normal ou ausente; 1 = discreto; 2 = moderado; 3 = severo)

Grau de Alteração Vocal ( )

Instabilidade ( )

Rugosidade ( )

Soprosidade ( )

Astenia ( )

Tensão ( )

Desenvolvimento Vocal☐ Pré-muda vocal☐ Muda vocal☐ Final da muda vocal☐ Pós-muda vocal