

**Júnia Novaes Braga**

**FREQÜÊNCIA FUNDAMENTAL DE 100 CRIANÇAS DE 6 A 8  
ANOS DE BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Fonoaudiologia da Universidade Veiga de Almeida, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre. Área de concentração: Fonoaudiologia.

**Orientador: Dr. Domingos Sávio F. de Oliveira**

**Rio de Janeiro**

**2007**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Júnia Novaes Braga**

**FREQÜÊNCIA FUNDAMENTAL DE 100 CRIANÇAS DE 6 A 8  
ANOS DE BELO HORIZONTE**

**Dissertação apresentada ao Programa de  
Mestrado em Fonoaudiologia da Universidade  
Veiga de Almeida, como requisito parcial para  
obtenção do Grau de Mestre. Área de  
concentração: Fonoaudiologia.**

Aprovada em 23 de novembro de 2007

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Domingos Sávio Ferreira de Oliveira – Doutor  
Universidade Veiga de Almeida – UVA**

---

**Tania Maria Marinho Sampaio – Doutora  
Universidade Veiga de Almeida – UVA**

---

**Sylvio Brock – Doutor  
Universidade - BENNET**

UNIVERSIDADE VEIGA DE ALMEIDA  
SISTEMA DE BIBLIOTECAS  
Rua Ibituruna, 108 – Maracanã  
20271-020 – Rio de Janeiro – RJ  
Tel.: (21) 2574-8845 Fax.: (21) 2574-8891

#### FICHA CATALOGRÁFICA

B813f Braga, Júnia Novaes

Frequência fundamental de 100 crianças de 6 a 8  
anos de Belo Horizonte / Júnia Novaes Braga, 2008.

95p; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Veiga de  
Almeida, Mestrado em Fonoaudiologia, Rio de Janeiro,  
2008.

*Orientação: Domingos Sávio F. de Oliveira*

1. Fonoaudiologia 2. Voz. 3. Crianças. I. Oliveira,  
Domingos F. de (orientador). II. Universidade Veiga de  
Almeida, Mestrado Profissionalizante em Fonoaudiologia.  
III. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial Tijucal/UVA

*Aos meus pais, Vitor (sempre presente)  
e Maria Cristina, por todo amor,  
carinho, confiança e incentivo...*

*Aos meus irmãos Ana, Fê e Vitor.  
Obrigada pela amizade, pela cumplicidade,  
pelos cuidados, pelo incentivo e  
por serem pessoas tão  
especiais em minha vida !*

*Aos sobrinhos Ana Clara, João Pedro e Luiza,  
que está chegando, pela constante  
presença em minha vida sempre  
acompanhada de muita doçura e carinho !*

## AGRADECIMENTOS

À Deus que me deu saúde para vencer todas as adversidades e permitiu que mais esta etapa da minha vida fosse concluída.

À minha mãe, pelo amor incondicional e incentivo constante a cada passo de meu desenvolvimento pessoal e profissional. Você é exemplo de mãe, profissional e pessoa.

Ao meu pai, por sua incomparável generosidade, pelo apoio psicológico e financeiro. Jamais esquecerei o tanto que você fez por mim;

Ao Prof. Domingos Sávio de Oliveira, pela discussão valiosa e revisão minuciosa do texto, além do incentivo e atenção prestados durante o mestrado. Meu agradecimento e admiração.

À Dra. Andréa Moreira Veiga de Souza, pela amizade, entusiasmo e valiosos conselhos que só fortalecem meus objetivos profissionais e pessoais. Obrigada pelo auxílio indispensável nestes anos de convivência.

Ao Prof. Ciríaco Cristóvão Tavares Atherino, pelo incentivo e conhecimentos transmitidos.

À Profa. Tania Maria Marinho Sampaio, por todos os seus valiosos ensinamentos.

Ao Dr. Rogério Landi Paulino, grande incentivador, por ter repartido comigo sua paixão por laringe e voz.

À amiga Tereza Cristina (Tete), que com muito carinho, apesar da distância, compartilhou de todas as etapas deste trabalho.

À amiga Rosângela, pela agradável convivência e presença cuidadosa. Obrigada pelo apoio em diversas etapas deste trabalho.

À Janaína Pimenta, pela importância de sua presença e estímulo no início de minha atuação na área de voz.

À Daniela Lana e Karla Kely, pela amizade, disponibilidade e apoio em todos momentos.

Aos pais e responsáveis pelas crianças que participaram deste trabalho, obrigada pela permissão e conseqüente contribuição à pesquisa.

Às crianças que participaram deste trabalho, pela paciência e vontade de colaborar.

Aos meus pacientes por representarem incentivo constante ao meu crescimento profissional.

## RESUMO

Há poucos trabalhos sobre voz infantil no Brasil e no mundo, como o de extração da frequência fundamental, o que motivou a realização deste estudo. Um dos objetivos foi o de incentivar a realização de novos estudos com crianças de outros estados do Brasil para fins de comparação e, posteriormente, poder estabelecer parâmetros de  $F_0$  para crianças brasileiras. Assim, a presente pesquisa teve como objetivo determinar a frequência fundamental ( $F_0$ ) da voz de meninos e meninas da cidade de Belo Horizonte, na faixa etária de 6 a 8 anos, considerando que não há diferença significativa na altura tonal da voz infantil. Foram selecionadas crianças dos dois sexos da cidade de Belo Horizonte. O protocolo de gravação das vozes foi realizado a partir da digitalização da vogal sustentada [ε] em tom e intensidade adequada, com duração de 3 segundos, e em ambiente silencioso. Foi utilizado o programa de Análise de Voz Voxmetria, indicado para extração da frequência fundamental, objetivo maior desta pesquisa. Os achados mostraram a média total da frequência fundamental em 249,71 Hz, a diminuição significativa nos valores de  $F_0$  com o aumento da idade nos dois sexos, e diferenças significativas de  $F_0$  entre os sexos ou comparando os sexos e as idades das crianças. Os resultados deste estudo trazem importantes contribuições para conhecer e trabalhar a voz infantil de maneira mais profunda e segura, além de levantar padrões de normalidade dessa população.

**Palavras-chave:** crianças, laringe, qualidade vocal, frequência fundamental.

## ABSTRACT

There are very few works about children's voice in Brazil and in the world, as the one of fundamental frequency, that has motivated this study. One of its main objectives is to stimulate new studies with children around Brazilian states in order to compare and lately establish fundamental frequency parameters for Brazilian children. Thus, this research aims to determine fundamental frequency (Fo) of boys and girls from Belo Horizonte city, ranging between 6 to 8 years old, observing that there is no meaningful difference in the pitch of children's voice. Both sexes were chosen from Belo Horizonte city. The process of voice recording was done using digital sustained vowel [ε] within proper tone and intensity, lasting 3 seconds, in a silent surrounding. It was used Voice Analysis Voxmetria software, best indicated to extract fundamental frequency (Fo), main objective of this research. The findings showed the average of fundamental frequency equals to 249, 71 Hz, a meaningful decrease in Fo values as the age increases in both sexes, and greater differences in Fo between sexes as well. These results bring important contributions to the knowledge and to work with children's voices in a deeper and safer way, besides establishing this population normality pattern data.

**Key-words:** children, larynx, voice quality, fundamental frequency.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

**Figura 1** - Boxplots para a Freqüência Fundamental de acordo com a idade, p.59.

**Figura 2** - Boxplots para a Freqüência Fundamental de acordo com o sexo, p.59.

**Figura 3** - Boxplots para a Freqüência Fundamental de acordo com a idade e com o sexo, p.60.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatísticas descritivas para a Freqüência Fundamental, p.58.

Tabela 2 - Teste de Kruskal-Wallis para comparação da Fo por sexo, p.61.

Tabela 3 - Teste de Mann-Whitney para comparação da Fo aos 6, 7 e 8 anos,p.61.

Tabela 4 - Intervalo de 95% de confiança para a Freqüência Fundamental de acordo com o Sexo e a Idade – Método de Gauss,p.63.

Tabela 5 - Percentis de 2,5% e 97,5% para a Freqüência Fundamental de acordo com o Sexo e a Idade – Método dos Percentis, p.64.

Tabela 6 - Freqüência Fundamental de acordo com a idade, p.72.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Db - Decibéis

DP - Desvio padrão

Fo - Frequência fundamental

Hz - Hertz

PG - Proporção glótica

## SUMÁRIO

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

**LISTA DE TABELAS**

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**1. INTRODUÇÃO**, p.14

**2. REVISÃO DE LITERATURA**, p.18

2.1 DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DA VOZ, p.18

2.2 ANATOMIA DA LARINGE NA INFÂNCIA, p.22

2.3 FISIOLOGIA DA FONACÃO, p.28

2.4 A VOZ INFANTIL: CONSIDERAÇÕES FUNCIONAIS,  
ORGANOFUNCIONAIS E ORGÂNICAS, p.32

2.5 ANÁLISE PERCEPTIVO – AUDITIVA, p.37

2.6 AVALIAÇÃO ACÚSTICA, p.40

2.6.1 – Introdução, p.40

2.6.2 – Frequência Fundamental, p.44

**3. METODOLOGIA**, p.51

3.1 PARTICIPANTES, p.51

3.2 MATERIAL, p.52

3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS, p.54

**4. RESULTADOS**, p.58

**5. DISCUSSÃO**, p.65

**6. CONCLUSÃO**, p.79

**7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**, p.80

**8. ANEXO**, p.89

**9. APÊNDICES**, p.90

## 1 Introdução

Nas últimas décadas a voz tem se tornado objeto constante de estudo na comunidade científica, tais como na fonoaudiologia, na lingüística, na música, na engenharia e na medicina. Cada uma dessas comunidades acrescenta conhecimentos significativos para o avanço em relação à natureza, função, característica, diagnóstico, tratamento e prevenção.

Devido à complexidade dos processos envolvidos na fonação, há grande interesse em conhecer as particularidades do processo que resulta na produção da voz.

A voz é uma das formas mais diretas de expressão da nossa personalidade, sentimentos e estado de espírito e por meio dela se manifesta o desejo de comunicar presente no ser humano desde o nascimento. A voz é produzida por um grupo de estruturas relacionadas entre si. Do ponto de vista físico, o aparelho fonador é composto, essencialmente, de uma fonte sonora ou pregas vocais e de um filtro ou trato vocal. Tem origem na laringe, ou seja, na vibração das pregas vocais, decorrente da passagem do fluxo aéreo originado nos pulmões. Essa voz, então produzida, possui características próprias que variam de acordo com o sexo,

pessoa e faixa etária, além de refletir o estado e o comportamento laríngeo, caracterizando o que se chama de qualidade vocal.

É surpreendente quão pouco sabemos da produção da voz na infância. Uma etapa em que ocorrem inúmeras transformações na laringe de ordem anatômica, morfológica e histológica. É fascinante observar a adaptação deste órgão decorrente das modificações que ocorrem desde os primeiros anos de vida. E é instigante e desafiador analisar a voz da criança, a cada ano de vida, pois este corresponde a diversas fases de desenvolvimento. Para esta pesquisa, foram estabelecidas duas hipóteses, a saber:

1- O desenvolvimento normal do crescimento influencia na qualidade vocal da criança.

2- As características vocais em ambos os sexos são semelhantes.

Para aprofundamento dos estudos da voz, faz-se necessário o entendimento da fisiologia e da acústica fonatória normais e, para descrever as características de uma voz, necessitamos de vários procedimentos, como as avaliações perceptivo-auditiva e acústica. A avaliação perceptivo-auditiva exige somente o ouvido humano como instrumento de avaliação. Nela, o treinamento e a sensibilidade do especialista são de extrema necessidade. A análise perceptivo-auditiva ainda hoje é considerada soberana em relação aos demais métodos de avaliação, sendo muito utilizada na prática clínica. Apesar de seu valor, é uma avaliação subjetiva, oferecendo apenas informações qualitativas da função laríngea. A avaliação acústica não é uma realidade na clínica fonoaudiológica, mas vem contribuindo bastante para a determinação de parâmetros de normalidade por ser uma avaliação objetiva que possibilita o armazenamento de dados para posteriores comparações. A confiabilidade da avaliação acústica depende da qualidade dos registros, do uso

adequado dos programas computadorizados e da experiência do profissional, constituindo num valioso instrumento de avaliação, pesquisa e clínica da voz.

Dentre os vários parâmetros vocais acústicos que podem ser obtidos através de programas ou equipamentos específicos para esta função, a frequência fundamental ( $F_0$ ) se destaca como um dos mais importantes. Corresponde ao número de ciclos que as pregas vocais fazem em um segundo, e sua extração tem se mostrado o parâmetro mais resistente aos diversos sistemas de análise acústica. A análise dos parâmetros vocais de frequência fundamental é de grande importância para o estudo do desenvolvimento da voz em função da idade.

Os fatores de determinação da frequência fundamental e sua variação em extensão vocal são representados pelo comprimento natural das pregas vocais, pelo alongamento, pela massa em vibração e pela tensão envolvida. Este parâmetro foi estudado por diversos autores estrangeiros como Wilson, Peterson, Barney e Fairbanks dentre outros, que buscaram uma normatização desta medida em crianças, mulheres e homens. No Brasil este tipo de pesquisa já foi realizada, tanto em adultos quanto em crianças, porém os dados colhidos ainda são insuficientes justificável pelo pequeno número de falantes analisados e, no caso de crianças, também pelas pesquisas terem sido realizadas somente na cidade de São Paulo e em Porto Alegre.

O conhecimento da voz na infância ainda é escasso e, portanto, maior é a necessidade de compreensão do mecanismo vocal infantil a fim de aprimorarmos as ferramentas de pesquisa e de intervenção na clínica da voz.

A utilização do laboratório de voz na extração da frequência fundamental das crianças com vozes normais contribui para o estabelecimento de um padrão de voz

específico à criança. A frequência fundamental poderá auxiliar na normatização de um modelo de comportamento vocal adequado à infância.

O presente estudo não tem a pretensão de determinar o parâmetro de normalidade, mas sim de contribuir com a descrição do padrão vocal, com o objetivo de determinar a frequência fundamental ( $F_0$ ) da voz de meninos e meninas da cidade de Belo Horizonte, na faixa etária de 6 a 8 anos, considerando que nesta idade não há diferença significativa na altura tonal da voz infantil. Também objetiva incentivar a realização de novos estudos com crianças de outros estados do Brasil para fins de comparação e, concomitantemente, poder estabelecer parâmetros de  $F_0$  para crianças brasileiras.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 DESENVOLVIMENTO ONTOGENÉTICO DA VOZ

Os primeiros relatos sobre a embriologia da laringe humana e o seu desenvolvimento durante a infância ocorreram na metade do século XX.

Na terceira semana de vida uterina, embriologicamente a laringe aparece a partir de um prolongamento da faringe como uma dobra do endoderma. Ao final do terceiro mês a laringe possui as mesmas características daquelas observáveis no recém-nato, com a cartilagem tireóidea contígua ao osso hióideo e, a epiglote volumosa em formato de ômega. A angulação da cartilagem tireóidea correspondendo a 110 ou 120 graus, independentemente do sexo. Mesmo com as principais características anatômicas desenvolvidas ao redor do terceiro mês de vida embrionária, esse desenvolvimento continua após o nascimento. A partir do nascimento, a laringe evolui gradualmente de sua função primordial de proteção das vias aéreas inferiores para o desempenho de funções fonatórias mais complexas. Assim, as estruturas formadas, ainda no embrião, se estabilizam após a puberdade. (FRIED, KELLY e STROME, 1982; LIMA *et al.* 2005).

No desenvolvimento e crescimento do trato vocal, ocorre uma série de alterações na configuração geométrica do tubo, de modo que a laringe do bebê não corresponde a uma miniatura da laringe do adulto (Cohen *et al.* 1977), diferindo significativamente no tamanho, na forma, como também nas relações com as outras partes do corpo e na adaptação ao ambiente. Assim, o trato vocal infantil encontra-se em uma posição mais elevada, mantendo a laringe no pescoço.

Esta posição facilita o neonato respirar nos seus longos períodos de sucção, tornando o órgão excelente para a função respiratória e não para a fonatória.

Como para o recém-nascido a função essencial é a respiração, as estruturas da cavidade oral também se apresentam diferenciadas do que é observado nos adultos. O palato duro é observado em uma posição mais superior. O véu palatal, por sua vez, apresenta uma função mais tensora do que elevadora do palato, diminuindo a sua eficácia na fonação. A língua encontra-se limitada para a função articulatória, já que durante esta fase, a mesma é posicionada inteiramente na cavidade oral, não apresentando uma porção faríngea, limitando também as capacidades ressonatórias. (BLOOM e ROOD, 1981).

Num dos eventos mais esperados da vida, o nascimento, a voz humana surge, representada pelo choro, como símbolo de presença e chegada ao mundo. Com este sinal de saúde e de capacidade fisiológica de sobrevivência, é estabelecido o novo padrão respiratório, e assim, a laringe comprova sua capacidade e eficiência para a respiração e proteção do trato, garantindo a vida humana. Além disso, a partir desse momento, também manifesta - se como órgão das emoções comportando-se de modo específico para expressar estados emocionais através da voz em suas diferentes modulações.

Desde os primeiros meses de vida o bebê emite sons característicos de conotações variadas, são suas próprias sensações manifestadas em sons. As emissões do bebê contêm dados importantes, pois expressam diferentes estados emocionais (dor, prazer, fome). De acordo com Crying (1966) o choro é a primeira forma de comunicação.

A dinâmica vocal, desde o nascimento, é reflexo da psicodinâmica do ser humano. A expressão do sentimento do bebê se faz pelas modulações vocais, seguida pela articulação do som que se impõe à fonação, ainda no primeiro ano de vida.

É por meio de balbucios e sons guturais que o recém-nascido começa a comunicar-se com seus familiares, o choro ao nascimento é uma manifestação vocal de extrema importância e tem uma intenção comunicativa. Apesar do trato vocal infantil não ser um instrumento sonoro ideal, os estudos com bebês indicam uso diferencial da voz. Ao passar o tempo a voz da criança vai desenvolver-se e adquirir características distintas: um tom agudo e geralmente de intensidade elevada. (FRIED, KELLY e STROME, 1982; STEFFEN *et al.* 1997; BEHLAU, AZEVEDO e PONTES, 2001)

Não existem na literatura estudos sobre o desenvolvimento normal da voz. Sabe-se, portanto que o seu desenvolvimento acompanha o desenvolvimento do indivíduo, física, psicológica e socialmente.

No que diz respeito aos períodos de evolução vocal, Behlau, Azevedo e Pontes (2001) citam o estudo de Schragger que em 1966 tentou classificá-las, apresentando seis fases de evolução de acordo com as características vocais:

- **Neonatal:** do nascimento aos 40 dias. Observa - se emissões com frequências elevadas, ataque vocal brusco, modulações reduzidas; a frequência ao

nascimento está ao redor de 400 Hz, as emissões chegam a 784 Hz e o grito pode chegar a 1318 Hz.

- **Primeira infância:** do primeiro mês de vida até os seis anos, observa-se uma redução na presença do ataque vocal brusco e a modulação vocal é mais evidente, o que coincide com a ação hormonal; aos 18 meses aparece a modulação vocal entre 523 e 784 Hz.

- **Segunda infância:** dos seis ao início da puberdade, as variações vocais chegam a uma oitava e meia de extensão.

- **Puberdade:** estabelecem-se as características vocais de diferenciação sexuais, mais notáveis no menino; ocorre a muda vocal fisiológica ao redor dos 13-14 anos, com redução da frequência fundamental e predomínio do registro de peito; a voz do menino nessa fase pode ser rouca, diplofônica, áspera e soprosa; na menina, a frequência fundamental não se modifica de modo acentuado, porém, paulatinamente, ocorre um decréscimo em seu valor, acompanhado por modificações nas características espectrais do som.

- **Estabilidade:** do jovem ao adulto; nesta etapa a voz é estável e apresenta características próprias de cada sexo.

- **Senescência:** período da menopausa e do envelhecimento; a senilidade vocal é mais precoce na mulher e pode apresentar um impacto maior na voz cantada; ocorre perda de potência e diminuição dos harmônicos em ambos sexos, com a diminuição da extensão vocal.

A qualidade vocal do indivíduo se modifica com o passar dos anos sendo influenciada por uma gama enorme de fatores, entre eles, modificações anatômicas, aspectos emocionais, sociais e culturais. Dessa forma, cada indivíduo apresentará

uma qualidade vocal singular, única, que fará parte de sua identidade, que contará a sua estória, como um espelho interior.

## 2.2 ANATOMIA DA LARINGE NA INFÂNCIA

O crescimento e desenvolvimento da laringe e do trato vocal se modificam de forma contínua e intensa durante toda a vida do ser humano. O conhecimento profundo destas modificações é fundamental para compreendermos todo o complexo processo do desenvolvimento vocal.

Como já descrito, a estrutura vocal do bebê não corresponde a uma miniatura do adulto. Além do crescimento do trato vocal, ocorre uma série de modificações na configuração geométrica deste tubo diferindo sua estrutura vocal da estrutura do adulto tanto na forma como na sua relação com outras partes do corpo.

A principal mudança em uma laringe durante o crescimento é o aumento de seu tamanho, no entanto não proporcional para todas as estruturas que a compõem.

(LIMA *et al.* 2005)

Ao nascimento, a laringe inicia sua descida. Nos recém nascidos, a epiglote situa-se ao nível da primeira vértebra cervical (C1), e o limite inferior da cartilagem cricóide em torno da terceira ou quarta vértebras cervicais (C3 e C4). Por volta dos cinco anos de idade, a cartilagem cricóide já se posicionou ao nível da sétima vértebra cervical, onde ficará até os vinte anos descendo lentamente até a senescência. (GRAY, SMITH e SCHNEIDER, 1996; FREITAS, WECKX e PONTES, 2000; FREITAS *et al.* 2000; BEHLAU, AZEVEDO e MADAZIO, 2001; SOARES, 2001; HERSAN, 2003).

Kahane (1996) atribui esse reposicionamento a três ações diferenciadas, quais sejam: o crescimento vertical da faringe e da região cervical, a mudança do ângulo da base do crânio em relação à coluna vertebral e o reposicionamento do terço posterior da língua em relação à faringe. A consequência direta dessa descida é o alongamento do tubo de ressonância, que permite uma melhor amplificação das frequências graves.

Segundo descrição de Sapienza, Ruddy e Baker (2004), a laringe infantil é, geralmente, encontrada em uma posição alta no pescoço, a epiglote é alongada, em formato de ômega, e a cavidade oral é pequena em relação ao tamanho da língua. Segundo a autora, com a descida da laringe, nos adultos, o tubo de ressonância fica mais longo, gerando formantes de frequências mais graves.

Quanto às cartilagens da laringe infantil, podemos relatar serem elas muito delicadas, apresentando ligamentos frouxos, tecidos epiteliais densos, mais vascularizados com tendência a edema e obstrução. Em função de suas características é excelente instrumento de respiração, deglutição e proteção das vias aéreas superiores, porém, não é um bom instrumento para a fonação devido à sua dimensão vertical encurtada, reduzida capacidade de ressonância e possibilidade de movimentação restrita. (KAHANE, 1996; FREITAS, WECKX e PONTES, 2000; FREITAS *et al.* 2000; VANZELLA; 2006).

Num extensivo estudo sobre a fisiologia das pregas vocais Hirano (1981; 1996) concluiu que as cartilagens da laringe infantil são mais maleáveis e flexíveis em relação às do adulto. A ossificação das cartilagens hialinas da laringe (tireóide, cricóide e aritenóide) ocorre de forma gradativa, terminando na idade adulta.

A epiglote infantil é mais volumosa que a do adulto e com configuração de ômega, em decorrência do arqueamento medial das pregas ariepiglóticas.

Os tecidos são menos densos e, portanto, mais suscetíveis a inflamações. (AROSON, 1990; KENT, 1993) As estruturas cartilagosas de uma laringe imatura revelam uma epiglote flexível e mole, e proporcionalmente aritenóides maiores que nos adultos. Em crianças, há uma inserção mais anterior das pregas vocais dentro do processo vocal das aritenóides. As pregas vocais de crianças também têm uma inclinação descendente do posterior para anterior, que é uma característica que não é encontrada na laringe adulta. A glote da criança tem aproximadamente 50% do comprimento da adulta. (SAPIENZA, RUDDY e BAKER, 2004).

O trato laríngeo da criança apresenta-se com a forma de um funil, com estreitamento a partir das pregas vocais em direção à região subglótica. Com as alterações de configuração da cartilagem cricóide no decorrer do processo de amadurecimento humano, e conseqüente expansão da área subglótica, o trato laríngeo adulto adquire o aspecto tubular. A cartilagem tireóide é contíguo ao osso hióide no nascimento e se afastará dele no sentido crânio-caudal. Seu ângulo é de aproximadamente 110 graus nas crianças do sexo masculino, sendo que, durante o desenvolvimento, sofre um processo de modificação, atingindo 90 graus por volta dos 15 anos. Nas crianças do sexo feminino, ao contrário, o ângulo é de 120 graus e pouco se modificará até a idade adulta (JOTZ, 1997; HERSAN, 2003; BEHLAU *et al.* 2001).

A respeito das outras estruturas do trato vocal, especialmente as caixas ressonantes, estas também sofrem intensas modificações ao longo dos anos. A cavidade oral no bebê é acentuadamente menor do que no adulto. A mandíbula está retrocedida e elevada apresentando um acentuado crescimento para baixo e para frente, juntamente com o desenvolvimento dos alvéolos dentais. A língua é volumosa na boca. O palato duro e véu palatino são mais cefálicos e possuem um

funcionamento motor limitado. No momento em que toda a cavidade oral é preenchida pela língua as condições de ressonância são muito pobres. (KENT, 1993; FREITAS *et al.* 2000).

As pregas vocais do recém-nascido apresentam uma variação de comprimento de 2,5 a 3 mm, as infantis de 6 a 8 mm; nos indivíduos do sexo feminino, de 11 a 15 mm e nos de sexo masculino, de 17 a 21 mm. A porção membranosa da prega vocal quase dobra de tamanho no primeiro ano de vida, chegando à vida adulta com uma variação de 11,5 a 16 mm, no homem e de 8 a 11 mm na mulher. (HIRANO, 1981; 1996) Não há diferença significativa no comprimento das pregas vocais de meninos e meninas até os 10 anos de idade (6 a 8mm). A partir de então, a velocidade de crescimento torna-se diferente, atingindo, por volta dos 20 anos, 8,5 a 12 mm em indivíduos do sexo feminino, e 14,5 a 18 mm nos do sexo masculino. (GRAY, SMITH e SCHNEIDER, 1996; FREITAS, *et al.* 2000; XIMENES FILHO *et al.* 2003; SANTOS *et al.* 2007.).

Segundo Andrews (1991) as mudanças nas dimensões físicas e nas características das pregas vocais influenciam diretamente no som produzido. Desta forma o fator etário exerce grande influência sobre as modificações dos padrões vocais.

Como as cartilagens aritenóides não aumentam de modo significativo no adulto, a porção membranosa será o dobro da porção cartilaginosa gerando uma fonte de som de melhor qualidade. (ARONSON, 1990; SAPIENZA, RUDY e BAKER, 2004). Ximenes Filho *et al.* 2003 acrescentam que o fato da porção membranosa ser maior nos adultos que nas crianças representa uma evidência morfológica de que os mesmos são superiores às crianças na habilidade de controle vocal.

A proporção que relaciona as dimensões antero-posteriores da glote cartilaginosa e membranosa, ou seja, entre as regiões fonatória e respiratória da laringe é chamada de proporção glótica (PG). Esta se caracteriza com valores variados. Em crianças, os valores da PG são aproximadamente iguais, ao redor de 1, levemente maiores para as meninas, o que explica a freqüente imagem de fenda triangular posterior ou médio – posterior encontrada na infância. Nas mulheres adultas a PG também mantém um valor ao redor de 1, enquanto nos homens esse valor situa-se ao redor de 1,3, favorecendo, desta forma, o fechamento glótico completo. (MCALLISTER; SEDERHOLM e SUNDBERG, 2000; HERSAN e BEHLAU, 2000; PONTES *et al.* 2002; DE BIASE *et al.* 2002; MARINHO *et al.* 2003)

Em estudos, Hirano (1981); Gray, Smith e Schneider (1996) observaram que, além das diferenças apresentadas no comprimento, existem diferenças histológicas e fisiológicas importantes nas pregas vocais infantis. Dentre estas diferenças está a ausência do ligamento vocal maduro, o que confere à túnica mucosa uma característica ainda mais gelatinosa e uma produção sonora semelhante à vocalização de um gato, devido à ausência do ligamento vocal neste animal.

Cronologicamente, podemos verificar que a prega vocal de recém - nascidos não apresenta ligamento vocal individualizado, aos 4 anos a criança apresenta a estrutura histológica ainda em formação apresentando imaturo o ligamento vocal, isto é, sem diferenciação entre a camada intermediária e profunda da lâmina própria. Dos 6 aos 12 anos o ligamento vocal torna-se mais espesso não apresentando diferenciação entre as camadas. Durante a infância estas camadas (intermediária e profunda) se diferenciam e se desenvolvem gradualmente, sendo ainda consideradas estruturas imaturas até a puberdade. Após os 15 anos, somente ao final da adolescência, inicia-se a diferenciação das camadas e o ligamento vocal

torna-se ainda mais espesso. Quanto à cobertura das pregas vocais, a lâmina própria tende a ficar mais espessa e edematosa, porém com menor densidade de fibroblastos, fibras colágenas e elásticas, o que lhe proporciona maior mobilidade.

Não apenas o comprimento das pregas vocais é menor na criança que no indivíduo adulto, como também não se observam as propriedades físicas de uma estrutura madura. A estabilidade biomecânica da prega vocal é constatada pela diminuição de variabilidade da frequência fundamental observada com relação à idade da criança é, pois, resultado de uma combinação de fatores que inclui tanto o aumento de comprimento da prega vocal, como também da massa muscular e de tecido conectivo. (HERSAN e BEHLAU, 2000; HERSAN, 2003).

Na criança não há diferença significativa na laringe entre os sexos cujas vozes são similares, pois o desenvolvimento evolui semelhante em um e outro sexo até a pré-adolescência, num período denominado de muda vocal. A partir desta fase, a laringe que antes era infantil, passa a ser adulta. (ARONSON, 1990; ANDREWS, 1991; LIMA *et al.* 2005; SANTOS *et al.* 2007). Vanzella, 2006 concorda com os autores acima e acrescenta que a diferença no comprimento das pregas vocais é pequena até os dez anos.

Essas modificações decorrentes do desenvolvimento infantil, antes do período da muda vocal, resultam até mesmo em vulnerabilidade e quadro de alteração, podendo ser citadas: a flexibilidade das cartilagens, os ligamentos mais frouxos, tecidos epiteliais das pregas vocais mais densos, abundantes e vascularizados, menor extensão da porção vibrátil das pregas vocais e pobre qualidade fonatória devido à constituição do trato vocal. Ainda em relação às características anatômicas e fisiológicas, Behlau, Azevedo e Madazio (2001) descrevem o padrão vocal esperado na infância sendo frequência fundamental acima de 250 Hz, pitch agudo,

intensidade moderada a elevada, loudness tendendo a elevada, extensão vocal reduzida, ataque vocal brusco, padrão vocal respiratório superior e tempos máximos de fonação abaixo de 12 segundos. A qualidade vocal esperada seria delgada, ou seja, com pouca projeção. Podem ser observadas discreta nasalidade e rouquidão, além de soprosidade, uma vez que é comum a criança apresentar fenda glótica (MCALLISTER; SEDERHOLM e SUNDBERG, 2000; MARTINS e TRINDADE, 2003).

Na prega vocal do adulto temos o corpo como uma estrutura rígida e temos uma cobertura extremamente móvel, capaz de vibrar sob ação do fluxo aéreo expiratório. Recentemente, Melo *et al.* 2003 descreveram achados mais consistentes da distribuição do colágeno (logo abaixo do epitélio e camada profunda da lâmina própria) e observou a configuração espacial dessas fibras semelhante a uma “cesta de vime”. Este padrão espacial de organização caracteriza-se pelo entrelaçamento de fibras de tal forma que estas deslizam entre si e permitem assim uma deformação da estrutura como um todo, sem a necessidade de grande estiramento individual de cada fibra do sistema. Esta configuração confere, então, resistência ao ligamento vocal, modulando a frequência da voz sob a ação da musculatura intrínseca da laringe.

## 2.3 FISILOGIA DA FONAÇÃO

A evolução e o desenvolvimento do conceito da produção vocal, de acordo com Von Leden, 1997 passaram por quatro principais fases culturais. A primeira considerada mística, onde os homens explicavam os fenômenos naturais através da magia, da religião ou pela ação do sobrenatural. Na segunda fase, a metafísica, o conhecimento era baseado na observação, embora fosse puramente especulativo. A

terceira fase, denominada tradicional, onde toda informação era baseada em tradição ou revelação, nas grandes autoridades políticas e religiosas da época.

E a última fase, que iniciou no renascimento, quando a medicina passou a ser considerada uma ciência, denominada realista. Durante esse período várias teorias foram formuladas, complementadas, procurando explicação científica da produção da voz.

Bertelli (1978) faz um breve relato histórico dos primeiros estudos da laringe sobre fonação: antes mesmo de Cristo, Hipócrates (460 - 377 a.C.) citava o volume e a força do ar como fundamentais na produção da voz na laringe. Aristóteles (384-322 a.C.) comparou a laringe a uma flauta e a traquéia ao corpo de um instrumento. Galeno, no século II serviu ao imperador romano Marco Aurélio e demonstrou interesse especial pela laringe, descrevendo suas partes, adquirindo conhecimento prático a partir do atendimento aos gladiadores feridos. Galeno, tendo escrito mais de 100 livros, inicia o estudo da voz e do aparelho fonador. Durante o renascimento, Leonardo da Vinci contribuiu com importantes informações sobre anatomofisiologia e a patologia da voz humana. No século XVIII, Levret, um ginecologista teve a idéia de explorar a glote laríngea com um espelho que ele imaginou. A visibilização da laringe humana passou a ser tentada através de vários métodos refletivos ou especulares, desenvolvidos em 1804 por Bozzini, 1827 por Senn, 1829 por Babington, e 1844 por Warden. Neste período várias descobertas foram feitas, como a de Ferrein em 1741 que concluiu que no interior da laringe existiam formações comparáveis às cordas do violino, denominadas cordas vocais, que vibravam sob a ação da corrente de ar pulmonar, produzindo sons mais graves ou mais agudos. A de Liskovius que em 1814 demonstrou que o movimento vibratório da prega vocal era realizado principalmente no eixo horizontal.

Mais tarde em 1865, o célebre cantor espanhol Garcia, usou um espelho de dentista, e utilizando a luz solar, conseguiu examinar sua laringe e observar todos os movimentos da glote. Estudou a fisiologia da respiração e a fonação, e esse artista foi o verdadeiro criador do método laringoscópico indireto. Assim, o método foi rapidamente difundido, e aperfeiçoado mostrando ser a forma mais prática e eficiente de examinar a laringe.

O conhecimento da fisiologia da fonação é primordial devida à sua relevância no diagnóstico e tratamento das disfonias. A fisiologia da fonação é composta pela anatomia e fisiologia da laringe, histologia das pregas vocais, atividade neuromuscular laríngea e bases respiratórias da voz (COLTON e CASPER, 1996; ISSHIKI, 1999; SATALOFF, GOULD e SPIEGEL, 2002;).

Dentro de uma visão científica, procura-se explicar através de uma teoria a produção da voz. Porém com o passar das décadas inúmeras teorias foram formuladas, complementadas ou refutadas. Até hoje, ainda não existe nenhuma teoria que explique as diferentes possibilidades da produção vocal.

A fonação é uma função neurofisiológica inata, mas a voz, como descrita anteriormente vai se formando ao longo da vida, de acordo com as características anátomo-funcionais do indivíduo e os aspectos emocionais de sua história pessoal.

Isshiki (1999) distingue três estágios da produção da fala: exalação, fonação e articulação. O movimento exalatório dos órgãos respiratórios (pulmões) fornece o fluxo de ar subglótico que é cortado em sopros na glote fechada, enquanto a prega vocal vibra. O som produzido na glote é chamado de tom laríngeo primário. Através da ressonância no trato vocal, o som glótico é modificado de forma que alguns componentes de frequência são amplificados e outros atenuados. Além da

ressonância o movimento dinâmico do trato vocal junto com o suprimento do fluxo de ar produz o som através do processo de plosão de ar ou turbulência.

A articulação é todo o processo pelo qual o som glótico é transformado no som da fala através do movimento dinâmico do trato vocal.

Behlau, Azevedo e Pontes (2001) corroborando com demais autores afirmam que a voz é a fonação acrescida de ressonância, do ponto de vista físico, a voz é o som produzido pela vibração das pregas vocais, modificado pelas cavidades situadas abaixo e acima dela, ditas cavidades de ressonância.

Ainda em 1987, Sundberg afirmou que o “órgão” responsável pela voz humana consiste em 03 partes. A primeira delas é o aparelho respiratório que age como um compressor do ar dos pulmões. A segunda parte é composta pelas pregas vocais que assumem a ação de produzir os sons, propriamente, ditos. A última e terceira parte é a formada pelo sistema de cavidades, segundo o autor, pela faringe e cavidade oral, ou seja, pelo trato vocal o qual age como um ressonador ou filtro que modifica e modula os sons gerados pelas pregas vocais. As características acústicas dos sons, por sua vez, são determinadas por 02 fatores, o próprio funcionamento das pregas vocais, ou seja, a fonte glótica, e o trato vocal.

A fonte glótica, através de sua vibração, fornece a “matéria - prima” para a produção da fala (“buzz” sonoro), básica na produção das vogais. Este som é gerado ao nível da glote com uma intensidade muito baixa e é composto pela frequência fundamental da onda sonora e seus harmônicos. Todavia, o som glótico não fica restrito à glote, mas propaga pelo trato vocal o qual modificará este som básico através da ressonância. Assim, o sinal sonoro básico será transmitido pelo trato vocal e amplificado pelos ressoadores cujo revestimento mucoso e sua

elasticidade têm importância sobre o espectro do som resultante (ISSHIKI, 1999; BEHLAU, AZEVEDO e MADAZIO, 2001)

A articulação dos sons da fala, por sua vez é o processo pelo qual as estruturas da cavidade oral são movimentadas e modeladas, produzindo configurações específicas e gerando como consequência padrões acústicos da onda sonora os quais são base da linguagem oral. Estes padrões articulatorios específicos são determinados pelo tamanho e formato das cavidades entre as pregas vocais e os lábios, além das características dinâmicas e estáticas das contrações musculares ao longo deste canal.

A emissão da voz consiste do sinergismo funcional dos cinco sistemas anatômicos: pulmonar (pulmão, parede torácica e diafragma), sistema de produção (laringe), articulatorio (língua, lábios, mandíbula, palatos e dentes), sistema de ressonância (laringe, faringe, boca, nariz e seios paranasais) e sistema nervoso.

Quando esta harmonia é mantida, obtém-se um som de boa qualidade para o ouvinte e emitido sem dificuldade ou desconforto pelo falante.

## 2.4 A VOZ INFANTIL: CONSIDERAÇÕES FUNCIONAIS, ORGANOFUNCIONAIS E ORGÂNICAS.

O desenvolvimento da voz, como vimos anteriormente, ocorre de maneira intensa e contínua sendo percebida auditivamente com os diferentes resultados vocais ao longo dos anos.

Não há estudos suficientes sobre o desenvolvimento normal da voz. Behlau *et al.* 2001 destaca que quase nenhum espaço é oferecido à discussão do desenvolvimento normal da voz nos livros especializados, apesar de a voz ser uma

das características mais individualizadas do ser humano e cujos desvios podem ser facilmente identificados pelo ouvinte.

Estudos longitudinais do desenvolvimento da voz realizados com crianças não existem na literatura, porém, é de nosso conhecimento e já citado, que o desenvolvimento das estruturas anatômicas é fator de interferência temporária na qualidade vocal. Vallancien (1986) afirma que o crescimento constante e não homogêneo das estruturas envolvidas na fonação da criança propicia desequilíbrio, exigindo uma constante adaptação entre elas, contribuindo para que alterações vocais funcionais ocorram durante a infância.

Não encontramos na literatura trabalho algum relacionando a idade da criança e as características normais de qualidade vocal nesta faixa etária. Colton e Casper (1996) e Vargas, Costa e Hanayama, 2005 acreditam que o diagnóstico de uma avaliação pode ser comprometido pela escassez de estudos que indiquem o perfil de normalidade em crianças.

Pesquisa-se muito a disfonia infantil, que é um sintoma comum em crianças, sua etiologia, causas, características e tratamento. Disfonia representa qualquer dificuldade na emissão vocal que impeça a produção natural da voz, que pode manifestar através de uma série limitada de alterações como: esforço à emissão, dificuldade em manter a voz, cansaço ao falar, variações na frequência fundamental habitual, rouquidão, falta de volume e projeção, perda da eficiência vocal e pouca resistência ao falar, entre outras.

As disfonias infantis são classificadas em **orgânicas primárias**, que se estabelecem independente do uso da voz; **orgânica secundária** (organofuncional), em que a manifestação orgânica é decorrente do uso inadequado da voz ou ineficiência do mecanismo vocal e **funcional**, em que há alteração no processo de

fonação, mas não há alteração estrutural da laringe. (FREITAS, WECKX e PONTES, 2000; DE BIASE *et al.* 2002).

As pesquisas sobre o tema mostram que é o uso abusivo da voz que gera disfonia do tipo organofuncional, sendo os nódulos vocais a alteração laríngea mais freqüente. (FREITAS, WECKX e PONTES, 2000; FREITAS *et al.* 2000; BEHLAU *et al.* 2001; SOARES *et al.* 2001; DE BIASE *et al.* 2002; PONTES *et al.* 2002; TUMA J *et al.* 2005)

Grande parte dos estudos epidemiológicos relatam uma prevalência de 6 e 9% de disfonia na infância, sendo dois terços dos casos em indivíduos do sexo masculino. (LEQOC e DRAP, 1996; FREITAS, WECKX e PONTES, 2000; MARTINS e TRINDADE, 2003)

Freitas *et al.* (2000); Melo EC *et al.* (2001); De Biase *et al.* (2002); Pontes *et al.* (2002); Tuma *et al.* (2005), discordam quanto a prevalência no sexo masculino, pois em seu estudo não foi observado prevalência quanto ao sexo. As etiologias são bastante diversas, desde alterações funcionais, como lesões nodulares, até aquelas incapacitantes e com risco de vida, como tumores e estenoses laríngeas de graus variados. Os fatores de risco variam com o tipo de etiologia da disfonia e incluem abuso e mau uso vocal, história familiar, insuficiência velopalatina, entubação endotraqueal, refluxo gastroesofágico, alergia, entre outros.

Na medida em que as crianças crescem e são expostas a uma grande variedade de grupos e modelos, aprendem a ajustar o seu estilo vocal espontaneamente, de acordo com o contexto da comunicação. Quando o problema de voz está relacionado a desvios anatômicos ou fisiológicos do trato vocal, normalmente a criança tenta compensá-lo. Muitos fatores operam simultaneamente para acelerar ou manter o problema, mas a maioria parece estar relacionado com

abuso vocal. (LEQOC M e DRAP F, 1996; HERSAN e BEHLAU, 2000; FREITAS *et al.* 2000; MELO *et al.* 2001; PONTES *et al.* 2002; MARTINS e TRINDADE, 2003)

Braga *et al.* (2006a) avaliaram 100 crianças, na faixa etária de 03 a 09 anos, com o objetivo de identificar as principais causas da disfonia. Os resultados mostraram que o abuso vocal (76%) foi o dado mais relevante, seguido de relatos de alergia respiratória (74%), agitação (67%), doenças inflamatórias das vias aéreas superiores (65%) e respiração oral (64%).

Muitas vezes o abuso vocal é descrito como sendo um comportamento negativo associado a padrões hiperfuncionais. Tais abusos podem estar relacionados a acomodações dos desvios estruturais, às respostas temporárias das condições médicas crônicas ou agudas do trato respiratório superior, ao ajuste social ou emocional, à função cognitiva ou disfunção cerebral, conforme descreveu Andrews (1991), ao relatar o comportamento vocal infantil.

O abuso vocal é o principal fator gerador de lesões e de disfonia na criança. É definido como o uso incorreto da voz e inclui o emprego de práticas traumáticas e/ou inadequadas tais como: hábitos de pouca hidratação; gritar, falar, rir ou chorar com esforço; tossir ou pigarrear excessivamente; falar demasiadamente principalmente em ambientes ruidosos, abertos, poluídos ou com fumantes e em quadros gripais ou alérgicos; imitar voz disfônica de parentes, amigos ou cantores; imitar sons de animais, carro, avião ou super-heróis; praticar atividades físicas falando ou gritando; praticar atividades de canto ou teatro sem preparo. Crianças agitadas, hiperativas, ansiosas, explosivas, ou ao contrário, tímidas ou medrosas demais, desenvolvem padrões vocais tensos e são mais propensas a desenvolver ou a agravar lesões. (BLOOM e ROOD, 1981; ROGER, DENOYELLE,

GARABEDIAN, 1997; FREITAS *et al.* 2000; HERSAN e BEHLAU, 2000; MELO *et al.* 2001; SOARES, 2001; DE BIASE *et al.* 2002; BRAGA *et al.* 2006b).

De acordo com comunicação recente (RACC-2006, RJ) a tosse, o pigarro e o grito são nesta ordem os hábitos mais nocivos a fonação.

Deve-se levar em consideração que, a intensidade da fala de um indivíduo é um parâmetro vocal definido e fixado na primeira infância, e por isto, tão difícil de ser modificado na adultez, estando seu controle relacionado à consciência da dimensão exata do outro e ao refinado domínio de projeção no espaço. Deste modo, modelos vocais inadequados, freqüentemente observados em pais e professores, tendem a serem imitados pelas crianças que fixam estes padrões errôneos. A noção espacial é outro ponto fundamental para o domínio da projeção do som no espaço. Para tal, tem-se como condição primária o adequado desenvolvimento psicomotor. (HERSAN e BEHLAU, 2000).

Entretanto, este atualmente apresenta-se comumente prejudicado, uma vez que muitas crianças são privadas de experiências motoras ricas, em troca das longas horas que passadas à frente de computadores ou televisões. Configura-se, assim, um quadro de crianças que falam gritando sem o uso diferenciado do volume de fala indicados para espaços e distâncias específicas. A maioria das crianças tem hábitos vocais inadequados e, felizmente, nem todas apresentam distúrbios vocais porque existe uma susceptibilidade anatômica e histológica para desenvolver lesões. (FREITAS, WECKX e PONTES, 2000; PONTES *et al.* 2002)

Os avanços dos métodos propedêuticos de avaliação da laringe possibilitam, hoje, uma avaliação completa e têm contribuído para o aumento do diagnóstico de disfonia em pacientes pediátricos. Porém, devido a anatomia da laringe infantil e da necessidade da colaboração da criança durante o exame, o diagnóstico preciso nem

sempre é possível. Frequentemente é realizado na criança o exame com fibrolaringoscópico, que não permite a visualização da laringe como o exame com fibras óticas rígidas, possível apenas em crianças maiores e colaborativas.

Os métodos de avaliação perceptivo-auditiva e acústica da voz são possíveis de serem realizadas nas crianças e permitem caracterizar e quantificar a qualidade vocal.

Através de pesquisas como esta, podemos colaborar com a quantificação da produção da voz normal em crianças nas diversas faixas etárias, podendo estabelecer uma normatização da frequência fundamental, e assim, possibilitar uma avaliação segura, evitando expor a criança ao exame de fibronaso ou fibra rígida, que apesar dos avanços atuais, ainda necessitam da colaboração da criança.

## 2.5 AVALIAÇÃO PERCEPTIVO-AUDITIVA

A avaliação perceptivo-auditiva é a avaliação clássica da qualidade vocal, que por sua vez é o termo utilizado para definir o conjunto de características que identificam uma voz.

É um atributo importante para as vozes normais e patológicas, pois uma mudança na qualidade vocal pode sinalizar a presença de um problema benigno ou ameaçador à vida. (COLTON e CASPER, 1996; CAMARGO, 2002; VARGAS, COSTA e HANAYAMA, 2005)

A avaliação perceptivo-auditiva da voz auxilia na definição do uso da voz pelo indivíduo e indica a capacidade vocal laríngea e as características do trato vocal e articuladores. É uma avaliação importante e insubstituível, com preferência clínica internacional, envolvendo diversas escalas e índices para uma determinação menos

subjetiva e mais confiável do desvio encontrado (BEHLAU *et al.* 2001; FIGUEIREDO D. *et al.* 2003; SADER e HANAYAMA, 2004)

Várias propostas de avaliação vocal perceptiva têm sido apresentadas na literatura mundial. O enfoque principal destas propostas consiste em analisar a voz em dois setores:

1) Fonte (sinal laríngeo): quando a avaliação da voz é realizada considerando-se as alterações da vibração da mucosa das pregas vocais; a análise restringe-se ao som produzido na fonte glótica, relacionando-se à frequência e aos harmônicos;

2) Filtro (sinal da saída): quando a avaliação da voz é realizada considerando a passagem dos harmônicos produzidos pela fonte glótica através do trato vocal, ocorre o efeito de filtragem do som.

As escalas mais difundidas de avaliação vocal perceptiva são: “GRBAS”, criada pelo Comitê para testes de Função Fonatória da Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria (SJLF) em 1969, para a avaliação da voz em nível glótico e o “Modelo Fonético de Descrição da Qualidade Vocal - Fonte e Filtro” (LAVER, 1980), para avaliação global da voz.

A escala GRBAS é um método simples de avaliação do grau global da disfonia (G) pela identificação de quatro fatores independentes: rugosidade (R- roughness), soprosidade (B- breathiness), astenia (A- asteny) e tensão (S- strain). Uma escala de quatro pontos é usada para identificar o grau de desvio de cada um dos fatores, na qual: “0” significa normal ou ausente, “1” discreto, “2” moderado e “3” severo.

Esta escala é centrada em nível laríngeo e oferece uma avaliação rápida, compacta e confiável.

Pinho e Pontes (2002) adaptaram esta escala para adequar e facilitar o procedimento de triagem vocal perceptiva no nível glótico em nosso país, pois na tradução fiel alguns termos não contemplavam claramente o aspecto perceptivo específico. Adotou-se, em vista disto, uma nova terminologia, “RASAT”: onde R corresponde à rouquidão; A, aspereza; S, soprosidade; A, astenia e T, tensão. A graduação é registrada numa escala de 0 a 3 em cada um de seus tópicos, de acordo com o estado vocal, que correspondem a quatro níveis: normal (0), leve (1), moderado (2), e intenso (3). É considerado normal (0) quando nenhum distúrbio vocal é percebido pelo examinador; leve (1) para distúrbios vocais discretos; moderado (2) para distúrbios evidentes; intenso (3) para distúrbios vocais extremos. Também se faz análise de 1 para 2 e 2 para 3 como possíveis para determinar distúrbios intermediários.

Desta forma, procurou-se um consenso a respeito do julgamento auditivo e suas correlações fisiológicas.

**Rouquidão:** corresponde à presença de irregularidade vibratória da mucosa das pregas vocais durante a fonação, devido à presença de fenda glótica maior ou igual a 0,5 mm<sup>2</sup>; presença isolada de alteração orgânica de mucosa vibratória ou; fenda de qualquer dimensão aliada à presença de patologia. Exemplo característico de rouquidão ocorre nos nódulos vocais, hiperemias e edemas. (HIRANO *et al.* 1990; HAMMARBERG, 2000)

**Aspereza:** relaciona-se à rigidez de mucosa que também causaria certa irregularidade vibratória dependendo da presença ou não de fenda glótica e de associações com outras alterações laríngeas como, por exemplo, edema. Em casos onde rigidez predomina, a qualidade vocal é bem característica, com impressão de voz seca e sem projeção. (HIRANO *et al.* 1990; HAMMARBERG, 2000)

**Soprosidade:** corresponde à presença de ruído de fundo audível e cujo correlato fisiológico mais freqüente é a presença de fenda glótica. Podemos eventualmente encontrar soprosidade em casos de extrema rigidez de mucosa na ausência de fenda glótica.

**Astenia:** representa a fraqueza vocal, correlacionada a hipofunção das pregas vocais e pouca energia na emissão, como observado em casos neurológicos

**Tensão:** associada ao esforço vocal por aumento da adução glótica (hiperfunção), geralmente relacionado ao aumento da atividade da musculatura extrínseca da laringe, causando sua elevação. (BEHRMAN *et al.* 2003; NEMETZ *et al.* 2005).

É preciso considerar, contudo, que diversos fatores podem afetar a confiabilidade da análise perceptivo-auditiva, tais como: variabilidade dos avaliadores, habilidade do avaliador, amostra do material, dimensão qualitativa perceptual e quantitativa da escala, como também a referência interna do avaliador (YU *et al.* 2002; SADER e HANAYAMA, 2004)

## 2.6 AVALIAÇÃO ACÚSTICA

### 2.6.1 Introdução

A análise acústica computadorizada é o procedimento que oferece ao clínico da voz uma riqueza de dados objetivos e quantificados que auxiliam no processo de avaliação e tratamento dos distúrbios da voz. Por meio dessa avaliação, é possível “visualizar” a voz do paciente, como em gráfico. O fonoaudiólogo extrai, desta análise, diversos parâmetros específicos que auxiliam na compreensão do

mecanismo da fonação. No Brasil, a avaliação acústica computadorizada passou a ser muito utilizada na clínica e nas pesquisas mais fortemente na década de 90. A maior interação da fonoaudiologia com as Ciências Exatas (Engenharias elétrica, eletrônica, da computação, Biomédica, Física e matemática) auxiliou significativamente neste processo de avanço da avaliação vocal. (YU *et al.* 2001; ARAUJO, GRELLET, PEREIRA, 2002; FELIPPE *et al.* 2006)

O século XX marcou uma série de modificações progressivas na análise acústica. Em 1920 surgiu o oscilograma que se constitui num gráfico da amplitude em relação ao tempo num sinal contínuo. Em 1940, surgiu o analisador de Henrici com análise de Fourier e em 1950 a espectrografia que é a análise da onda complexa em seus componentes de frequência pelo uso de filtros, que mostra a concentração de energia da fala ao longo do tempo. Em 1970, uma nova era se iniciou com a introdução da tecnologia digital (KENT e READ, 1992; ARAÚJO, GRELLET, PEREIRA, 2002).

Desde a década de 50, houve um aumento progressivo de estudos voltados à análise objetiva da voz, paralelamente ao aparecimento de teorias que explicam a produção da voz e desenvolvimento de inúmeros laboratórios de voz, posto que existe uma necessidade crescente de uma técnica confiável de quantificar os distúrbios da voz e detectar a disfonia na prática todos os dias. Mesmo com pesquisas extensivas neste assunto, não existe nenhuma avaliação de voz objetiva, com aceitação ampla e com técnica padronizada.

A padronização, segundo Titze (1994) educa, simplifica, economiza tempo, dinheiro e esforço e garante certificação.

Sabendo que os programas computadorizados para análise acústica da fala e da voz utilizam diferentes maneiras para calcular os parâmetros acústicos, alguns

estudos procuram normatizar os dados para seus equipamentos (HORII, 1979, 1982; BEHLAU, TOSI e PONTES, 1985; RODRIGUES, BEHLAU e PONTES, 1994; ARAUJO, GRELLET, PEREIRA, 2002) e outros têm comparado as principais medidas acústicas entre os diferentes programas de análise, buscando saber se há ou não concordância entre eles (MORRIS e BROWN, 1996; KARNELL *et al.* 1995)

Karnell *et al.* (1995) comparando as medidas de frequência fundamental, jitter e shimmer entre 3 programas, encontraram concordância entre as medidas de frequência fundamental, mas não entre as medidas de jitter e shimmer.

As amostras de voz necessárias dependem do objetivo da análise. As vogais sustentadas podem ser usadas para casos de patologias, e para padronização de novas medidas e parâmetros (HORII, 1979). A fala encadeada verifica o impacto da alteração vocal nas situações de comunicação oral. A vogal em posição de acentuação frasal, por exigir maior atividade laríngea, detecta dificuldades de controle laríngeo (CAMARGO, 2002). As porções iniciais e finais de emissão sustentada podem revelar maiores graus de perturbação e instabilidade (DE KROM, 1995).

Cuidados técnicos são necessários nesta avaliação; como a gravação digital, a repetição das análises e o tipo do microfone a ser utilizado. A distância do microfone para a captação da voz, uma vez padronizada para o programa a ser usado, deve ser sempre a mesma, e o trabalho de Titze e Winholtz (1993) demonstrou a superioridade do microfone tipo condensador em relação ao dinâmico.

A avaliação acústica está cada vez mais presente na realidade fonoaudiológica. Essa análise realiza mensurações do sinal sonoro vocal e através de seu registro oferece uma informação concreta que pode ser comparada a outros

sinais, gravados em tempos diferentes, sejam eles do mesmo indivíduo ou de outros falantes.

As vantagens proporcionadas pela análise acústica são: melhor compreensão acústica vocal, possibilitando a associação entre as análises percepto-auditiva, e ainda monitorar a eficácia do tratamento clínico, comparando resultados de diferentes procedimentos terapêuticos; além de servir como instrumento de detecção precoce de problemas vocais e laríngeos (FELIPPE *et al.* 2006).

Os principais parâmetros acústicos, segundo Behlau *et al.* 2001 utilizados atualmente na avaliação da análise acústica são os seguintes:

**A. Medidas de Frequência Fundamental (Fo - Hz)** - corresponde ao número de ciclos glóticos por segundo. Os valores normais são de 80 a 150 Hz para os homens, 150 a 250 Hz para as mulheres e acima de 250 Hz para as crianças; (Behlau *et al.* 2001)

**B. Medidas de Perturbação** - referem-se a quanto um determinado período de vibração diferencia-se do outro que o sucede, quanto à frequência e amplitude, representam o nível de estabilidade vibratória e dependem do controle sobre o sistema fonatório. O jitter representa a variação de periodicidade de frequência e o shimmer a variação de periodicidade de amplitude;

**C. Medidas de Ruído** - avaliam o ruído em diferentes faixas de frequência do espectro. O ruído é um sinal acústico sem periodicidade, originado da superposição de vários movimentos de vibração com diferentes frequências, as quais não apresentam relação entre si.

Como nosso estudo tem o objetivo de padronizar a frequência fundamental em crianças de Belo Horizonte sem queixa vocal de 6 a 8 anos, analisaremos apenas um parâmetro acústico; a frequência fundamental.

### 2.6.2 **Freqüência Fundamental**

A frequência fundamental é um importante parâmetro na avaliação anatômica e funcional da laringe e é determinada pelo número de ciclos que as pregas vocais realizam por segundo. Esta medida é o resultado da interação entre o comprimento, massa e tensão das pregas vocais durante a fonação. Dentre os parâmetros acústicos, a frequência fundamental tem se mostrado o mais consistente parâmetro entre diferentes sistemas de análise acústica, assim como o parâmetro menos sensível às características de gravação da voz. (HORII, 1979, 1982; GLAZE, BLESS e SUSSER 1989; MORRIS e BROWN, 1996; BEHLAU *et al.* 2001; BARROS e CARRARA, 2002; CARSON, INGRISANO e EGGLESTON, 2003; FELIPPE *et al.* 2006).

A frequência fundamental é correlacionada à sensação psicológica de altura, denominada “pitch”. Esta frequência fundamental, tanto durante a emissão de uma vogal quanto durante a fala, varia de ciclo a ciclo. (VON LEDEN, TIMKE e MOORE, 1958; LIEBERMAN, 1961, 1963). Os ciclos vibratórios variam entre si na forma, frequência e amplitude. Por isso, fala-se em ondas quase-periódicas para a emissão de falantes. A quase periodicidade varia de acordo com treino e grau de controle da voz do falante (TOSI, 1979; BEHLAU, TOSI e PONTES, 1985). Uma frequência fundamental elevada vai determinar um “pitch” agudo à voz e, uma frequência fundamental baixa, um “pitch” grave à voz.

A frequência fundamental da voz ( $F_0$ ) varia por toda a vida, de acordo com a idade e o sexo, já que as próprias estruturas laríngeas são diferentes na infância, idade adulta e senescência (ROOB e SAXMAN, 1985; AROSON, 1990; STEFFEN e MOSCHETTI, 1997; HERSAN e BEHLAU, 2000). Inicialmente bastante aguda nos bebês recém-nascidos (440 Hz), vai lentamente decrescendo, e aos 3 anos de idade situa-se ao redor de 320 Hz, até a pré-adolescência, quando encontramos valores médios em torno de 290 Hz.

De acordo com Colton e Casper (1996) à medida que a criança cresce, a habilidade de controlar a frequência e intensidade vocal aumentam, argumentando que o tamanho das pregas vocais é que determina a frequência fundamental da voz da criança.

Glaze, Bless e Susser (1989) ; Titze (1994); Linders *et al.* (1995); Steffen e Moschetti (1997) descrevem que existe a tendência de a frequência fundamental diminuir à medida que a criança cresce, em razão não apenas do aumento de tamanho da laringe, mas também da maturação do sistema nervoso, possibilitando maior controle laríngeo.

Segundo Dedivitis e Barros (2002) no Brasil os valores de referência utilizados para homens é de 80 a 150 Hz, 150 a 250 Hz para mulheres e acima de 250 Hz para as crianças. Behlau *et al.* (2001) também utiliza esses valores como referência de normalidade.

O trabalho pioneiro a respeito à análise de vozes infantil é o de Fairbanks (1942) que estudou a evolução da frequência fundamental desde o choro do bebê até nove meses de idade. Fairbanks *et al.* (1949) deram continuidade ao mesmo tipo de análise com crianças na faixa de 7 e 8 anos de idade do sexo masculino e do sexo feminino. Os resultados demonstraram que a frequência fundamental média na

leitura do texto empregado para análise foi de 294 Hz para os meninos de 7 anos e de 297 Hz para os de 8 anos. O valor encontrado no grupo de meninas de 7 anos foi de 273,2 Hz e de 286,5 Hz no de 8 anos. Em um trabalho posterior, Fairbanks (1950) comparando estes dois estudos realizados, concluiu que as diferenças encontradas são significativas em relação à idade e ao sexo.

Eguchi e Hirsh (1969) fizeram um estudo sobre frequência fundamental usando a técnica de espectografia acústica em indivíduos de 3 anos até a idade adulta, com análise de vogais em frases. O valor encontrado no grupo de 3 anos foi de 297,8 Hz, no de 4 anos foi de 285,6 Hz, no de 5 anos 288,7 Hz, no de 6 anos 271,2 Hz, no de 7 anos 262,5 Hz e no de 8 anos 261,0 Hz. Neste estudo, a frequência fundamental diminuiu acentuadamente entre os 3 e os 6 anos de idade, havendo a seguir uma diminuição mais gradual.

Weinberg e Bennet (1971) realizaram um estudo sobre frequência fundamental e sobre identificação do sexo através da voz em crianças de 5 e 6 anos de idade. O resultado da análise vocal de frequência fundamental foi o seguinte: grupo de 5 anos de idade, sexo masculino – 252,4 Hz e sexo feminino – 247,4 Hz; 6 anos de idade, sexo masculino – 247,4 Hz e sexo feminino 247,0 Hz. A identificação do sexo através da voz foi feita por ouvintes adultos e estes foram capazes de identificar corretamente 78% das vozes masculinas e 71% das vozes femininas. Desta forma, concluiu-se que outros fatores, que não a frequência fundamental, influenciaram nesta identificação.

Mc Glone e Mc Glone (1972) relataram um estudo sobre a determinação de frequência, analisando a medida do comprimento de onda da emissão de 10 meninas de 8 anos de idade na leitura de um parágrafo padrão. O valor da média da frequência fundamental foi 275,8 Hz.

Wilson (1987) relatou resultados de pesquisa sobre frequência fundamental nos diferentes sexos, de 3 a 8 anos de idade, observando a evolução do comportamento desse parâmetro. Os valores relatados no grupo de meninos são: 400 Hz para 3 anos de idade, 375 Hz para 4 anos, 350 Hz para 5 anos, 325 Hz para 6 anos, 295 Hz para 7 anos e 295 Hz para 8 anos. No grupo de meninas os valores são: 380 Hz para 3 anos, 355 Hz para 4 anos, 335 Hz para 5 anos, 315 Hz para 6 anos, 280 Hz para 7 anos e 290 Hz para 8 anos.

Kent (1976) em seu estudo sobre a maturação anatômica e neuromuscular do mecanismo da fala, conclui que a partir do primeiro ano de vida ocorre uma diminuição abrupta da frequência fundamental da voz até aproximadamente os 3 anos de idade, quando este decréscimo torna-se mais gradual até o início da puberdade por volta dos 11 ou 12 anos de idade. A diferença significativa entre os sexos ocorre aproximadamente aos 13 anos com a diminuição substancial da frequência fundamental das vozes masculinas. A frequência fundamental determinada em seu estudo para a faixa de 4 a 7 anos de idade é de aproximadamente 300 Hz para ambos os sexos.

Hasek e Singh (1980) realizaram um estudo para investigar características acústicas da voz de crianças pré adolescentes em função do sexo e da idade. Obtiveram amostras de voz através da sustentação da vogal /a/ de 180 crianças, 15 do sexo masculino e 15 do sexo feminino nas idades de 5 a 10 anos. Realizaram medida de frequência fundamental para determinar suas relações com sexo e idade. Os valores médios de frequência fundamental obtidos foram: para o sexo masculino - 5 anos - 247,5 Hz, 6 anos - 262,5 Hz, 7 anos - 234,2 Hz, 8 anos - 235,6 Hz, 9 anos - 230,4 Hz e 10 anos - 228,9 Hz. Para o sexo feminino - 5 anos - 257,7 Hz, 6 anos - 254,3 Hz, 7 anos - 261,7 Hz, 8 anos - 264,0 Hz, 9 anos - 246,7 Hz e 10 anos - 253,7

Hz. Através deste estudo, concluíram que a diferença entre os sexos quanto à frequência fundamental aumenta aos 7 anos de idade e que esta diminui significativamente em crianças do sexo masculino entre as idades de 5 a 10 anos.

Hufnagle, em 1982 realizou uma pesquisa comparando a frequência fundamental em crianças de voz normal e com nódulos vocais. A idade variou de 6 a 8 anos e a frequência fundamental média obtida de espectograma de faixa estreita foi de 246,40 Hz nas crianças de voz normal. No grupo de crianças com nódulos vocais as frequências fundamentais encontradas foram significativamente mais altas. Campisi *et al.* (2002) também analisou acusticamente vozes de crianças normais e vozes de crianças com nódulos e concorda quanto a elevada frequência fundamental nas crianças com nódulos vocais e acrescenta que as crianças com vozes normais não apresentam variação desta medida de acordo com o sexo, até a puberdade.

Behlau, Tosi e Pontes (1985) realizaram um estudo com homens, mulheres e crianças paulistas, através de análise computadorizada utilizando vogal sustentada /a/, e encontraram 235,76 Hz de média de  $F_0$  e 8,61 de DP, para 30 crianças de ambos os sexos na idade de 8 a 12 anos.

Navas (1989) a partir de um estudo com vozes de 80 crianças com idade de 4 a 7 anos da cidade de São Paulo concluiu que a frequência fundamental não apresenta diferença significativa nas idades e sexo. Foi encontrado pela autora, no sexo masculino os valores da média de  $F_0$  para 4 anos: 298,1 Hz (DP: 18,3); 5 anos: 310 Hz (DP: 28,0); 6 anos: 298,0 Hz (DP: 48,1); 7 anos: 290 Hz (DP: 26,8) e no sexo feminino para 4 anos: 299,8 Hz (DP: 32,5); 5 anos: 299,7 Hz (DP: 39,1); 6 anos: 296,7 Hz (DP: 30,0); 7 anos: 290,9 Hz (DP: 16,9).

Mortari (1990) fez uma análise instrumental da Fo de crianças e adolescentes e, quando comparou as frequências fundamentais entre ambos os gêneros das crianças de 7 a 12 anos de idade na emissão da vogal /a/, observou que os valores obtidos entre os gêneros nessas faixas etárias foram semelhantes. Ao determinar as diferenças da Fo entre as idades, obteve valores próximos da Fo entre o gênero masculino, porém observou-se existência de decréscimo da Fo com a idade. No gênero feminino descreveu não haver variação significativa com o aumento da idade.

Wilson (1994) em seu estudo com crianças relatou que crianças com idades de 4,5 e 6 anos, tiveram Fo, respectivamente, de 375 Hz, 350 Hz e 325 Hz.

Linders *et al.* (1995) fez a mensuração da frequência fundamental em 71 crianças de ambos os gêneros entre 7 e 15 anos, por meio da eletroglotografia. Verificou que a frequência não depende do gênero. A média da frequência fundamental nas meninas foi 244 Hz e nos meninos 250 Hz.

Dejonckere *et al.* (1996) investigou a média da Fo em 81 crianças de ambos os gêneros com idade entre 7 e 12 anos, sendo 43 com treinamento vocal e 38 sem treinamento vocal, e encontrou o valor 227,5 Hz +- 29,3 Hz. Quando compararam a média de Fo entre os grupos, viram que a média de Fo não obteve valor estatisticamente significativa.

Jotz (1997) verificou em um grupo de meninos de 3 a 10 anos que a Fo média foi de 245,82 Hz. Porém, analisando-se a apresentação dos demais resultados de seu estudo, é possível constatar que as crianças sem alteração vocal e com idades de 4, 5 e 6 anos apresentam médias, respectivamente, de 266,6 Hz, 218,31 Hz e 255,91 Hz.

Na pesquisa realizada por Steffen, em Porto Alegre a média apresentada para ambos os sexos é de 250,05 Hz. A média da  $F_0$  dos meninos é de 250,03 Hz e nas meninas é de 250,06. Hz (STEFFEN *et al.* 1997; STEFFEN e MOSCHETTI, 1997).

Marinho *et al.* (2003) encontraram em seu estudo sobre frequência fundamental antes e depois do intervalo escolar com 28 pré-escolares de 5 e 6 anos de idade e ambos os gêneros, a média de 263,07 Hz para os meninos, sendo esta a medida encontrada antes do intervalo escolar.

Quanto a trabalhos específicos como determinar a frequência fundamental da voz de meninos e meninas, na bibliografia não foi encontrada nenhuma pesquisa que se ocupasse da faixa etária em estudo. Os inúmeros trabalhos encontrados dizem respeito a falantes adultos, ou em crianças sem idades estipuladas ou com de faixa etária distinta. Todos os autores que realizaram pesquisas com os parâmetros acústicos, destacaram a necessidade de mais estudos para o real conhecimento destes parâmetros de vozes infantis. Assim, este trabalho dispõe a determinar a frequência fundamental ( $F_0$ ) da voz de meninos e meninas da cidade de Belo Horizonte, na faixa etária de 6 a 8 anos.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 PARTICIPANTES**

Participaram deste estudo 100 crianças, 50 meninos e 50 meninas com idade variando de 6 a 8 anos, estudantes do ensino fundamental, nascidos e residentes na cidade de Belo Horizonte, Minas Gerais. Foram pré-selecionadas através do Formulário de Avaliação (apêndice1), extraído e adaptado da pesquisa realizada com crianças da Clínica de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço do Dr. Nédio Steffen, publicado na Revista Brasileira de Otorrinolaringologia (1997).

Inicialmente integravam a pesquisa 150 crianças, 77 meninas e 73 meninos. Desse total, foram excluídas 50 crianças que não apresentavam os critérios exigidos para participação da pesquisa: 30 foram eliminadas a partir dos dados levantados do formulário de avaliação da criança (apêndice1) e 20 por apresentarem disfonia grau moderada após a avaliação através da escala RASAT. (anexo 1).

Foram incluídas as crianças que apresentavam grau leve de rouquidão ou sopro, pois de acordo com a literatura é comum a criança apresentar fenda glótica com conseqüente rouquidão e sopro na qualidade vocal. (BEHLAU *et al.* 2001; MARTINS e TRINDADE, 2003; HERSAN, 2003)

Os responsáveis pelos participantes foram devidamente informados sobre a natureza da pesquisa de acordo com as normas estabelecidas pela comissão de Ética e Pesquisa da Universidade Veiga de Almeida. Após os esclarecimentos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, podendo retirar a participação do menor sob sua responsabilidade, em qualquer uma das etapas do desenvolvimento da pesquisa.

### 3.2 MATERIAL

Abaixo, os instrumentos de avaliação e equipamentos utilizados:

- Formulário de Avaliação da Clínica de Otorrinolaringologia e Cirurgia de Cabeça e Pescoço do Doutor Nédio Steffen. (apêndice 1)
- Escala RASAT (anexo 1)
- Voxmetria (análise acústica computadorizada)
- Notebook HP Pavillion ZE4120, com um processador AMD Sempron Mobile 3000, 1.8Ghz, memória de sistema de 256 MB, disco rígido de 40GB, Microsoft Windows XP Home e placa de som Sound Blaster.
- Microfone da marca Shure Sm 58 (unidirecional).
- Tripé (marca RMV)
- Decibelímetro (marca Radio Shack)

O Formulário de Avaliação foi escolhido devido a objetividade, e por já ter sido utilizado em outros estudos, fornecendo os dados necessários para a realização desta pesquisa.

A Escala RASAT (Ver item 2.5), versão brasileira adaptada da escala GRBAS, criada pelo Comitê para Testes de função fonatória da Sociedade Japonesa de Logopedia e Foniatria (1969) para avaliação da voz em nível glótico. Esta adaptação foi realizada para adequar e facilitar o procedimento de triagem vocal perceptiva no nível glótico em nosso país, pois na tradução fiel alguns termos não contemplavam claramente o aspecto perceptivo específico. A escolha desta Escala foi para excluir os informantes que apresentaram alterações de voz no nível da glote, complementando, assim, o Formulário de Avaliação desenvolvido pelo Doutor Nédio Steffen.

O Voxmetria é um programa nacional de análise acústica computadorizada, desenvolvido em 2002 pela CTS, sob a coordenação da Dra. Mara Behlau. Tem por objetivo a extração de medidas acústicas e a análise espectrográfica. Os principais parâmetros de extração são o tempo máximo de fonação (TMF), a frequência fundamental ( $F_0$ ) e os índices de perturbação (jitter e shimmer). Utilizamos na presente pesquisa, a medida de extração da frequência fundamental ( $F_0$ ).

O notebook HP foi escolhido devido à alta qualidade da placa de som necessária para a realização de gravação do sinal sonoro, atendendo os critérios recomendados pelos modernos métodos de pesquisas em voz. De acordo com os mesmos critérios, utilizou-se microfone unidirecional da marca Shure Sm 58, com alto nível de captação sonora, sendo critério fundamental na extração de medidas acústicas.

Como a coleta foi realizada com os informantes na posição de pé, optou-se pelo tripé RMV de chão, a fim de fixar adequadamente a posição do informante e a distância dele em relação ao microfone.

### 3.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa de campo foi realizada em dois colégios das redes particular e pública, localizados na zona sul de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais.

O procedimento consistiu na gravação do nome do participante, idade, da vogal sustentada [ɛ], 3 vezes consecutivas, com uma pequena pausa entre elas. Em seguida, foi gravada a fala encadeada a partir da contagem dos números de zero a dez. (apêndice 2)

A vogal anterior, média e oral [ɛ] foi escolhida porque constitui a emissão vocálica de maior estabilidade das estruturas do trato vocal, sendo padronizada para a extração de dados acústicos pelo Programa Voxmetria. Segundo Behlau *et al.* 2001, trata-se da vogal mais fielmente expressa pelo número de semitons da emissão e tem sido considerada a vogal mais estável do ponto de vista laríngeo nas vozes em português brasileiro. Para uma amostra de fala encadeada, a literatura sugere a contagem de números, o que adotamos na pesquisa.

Foi solicitado a criança que respirasse tranquilamente e emitisse os referidos sons em freqüência, intensidade e qualidade vocal mais natural e confortável possível.

As amostras vocais foram capturadas utilizando o programa Voxmetria, microfone unidirecional da marca Shure SM 58 fixado a um tripé ajustado à altura da criança, formando um ângulo de aproximadamente 45 graus e com 5 cm de distância da boca. A criança permanecia em pé, parada dentro de um círculo vermelho e posicionada de costa para o notebook, a fim de evitar a dispersão e instabilidade da emissão. As gravações das amostras vocais foram capturadas diretamente no computador (notebook HP).

Para um melhor entendimento das instruções foi realizado um treinamento prévio, através da emissão de vogal sustentada [ε] antes da gravação definitiva.

Todos os registros sonoros foram efetuados pelo mesmo avaliador, em ambiente silente com ruído ambiental inferior a 55 db, monitorado por decibelímetro da marca Radio Shack.

Com o material obtido foram realizadas duas análises vocais: perceptivo-auditiva e acústica.

A análise perceptivo - auditiva (anexo 1) foi realizada por 3 fonoaudiólogas experientes utilizando a escala RASAT. (ver item 2.5)

A metodologia de três julgadores atuando em consenso foi adotada visando-se minimizar os efeitos da subjetividade intrínseca nesses procedimentos e garantir a confiabilidade dos julgamentos. (COLTON e CASPER, 1996; BEHLAU *et al.* 2001; CAMARGO, 2002).

Os juizes chegaram ao consenso em todas as vozes analisadas.

Para a análise acústica, utilizamos as amostras vocais capturadas desses sujeitos selecionados. A duração de cada emissão vocal, empregada para a análise, foi de 3 segundos, eliminando-se o início e o fim da emissão, devido às instabilidades inerentes a estes períodos. Assim o recorte da porção inicial e final da onda sonora é necessário, para que se tenha uma representação adequada da mesma.

A análise acústica foi realizada por meio do software Voxmetria 2.8, utilizando o módulo análise de voz. Os valores de frequência fundamental foram extraídos automaticamente pelo programa.

Não foram realizados exames laringológicos pois, permaneceram na pesquisa para extração de Fo apenas crianças caracterizadas com vozes normais ou apresentando grau leve de soprosidade ou rouquidão, o que é justificado pela presença de fenda glótica nesta faixa etária.

Os dados obtidos através da análise acústica foram organizados e tratados estatisticamente.

A análise descritiva para a frequência fundamental é realizada por meio de medidas de tendência central (média e mediana) e de variabilidade (desvio padrão, valores mínimo e máximo). Esses resultados são apresentados para a amostra total, para cada sexo, para cada idade (6, 7 ou 8 anos) e também para as interações entre o sexo e a idade.

A comparação dos grupos é feita graficamente através de *boxplots*. Esse gráfico é baseado nos quartis amostrais. O primeiro quartil é o valor tal que um quarto da amostra (25%) encontra-se abaixo dele; o segundo quartil, ou mediana, é o valor tal que 50% da amostra encontra-se abaixo dele; e o terceiro quartil é o valor tal que 75% da amostra encontra-se abaixo dele. O primeiro e o terceiro quartil determinam os limites da caixa no boxplot e a mediana é representada por um segmento de reta dentro da caixa. Pontos discrepantes são representados por círculos, e pontos ainda mais extremos são representados por asteriscos.

A normalidade da distribuição da frequência fundamental foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Não foi observada distribuição Normal, com um nível de significância de 5%.

Para verificar se existe diferença entre as observações nos grupos com 6, 7 ou 8 anos de idade, em cada sexo, foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal

Wallis, permite a comparação de dois ou mais grupos independentes com respeito a uma variável quantitativa.

## 4 Resultados

Apresenta-se, a seguir, a análise descritiva reunindo as tabelas e as figuras com as medidas extraídas de frequência fundamental das crianças que participaram deste estudo.

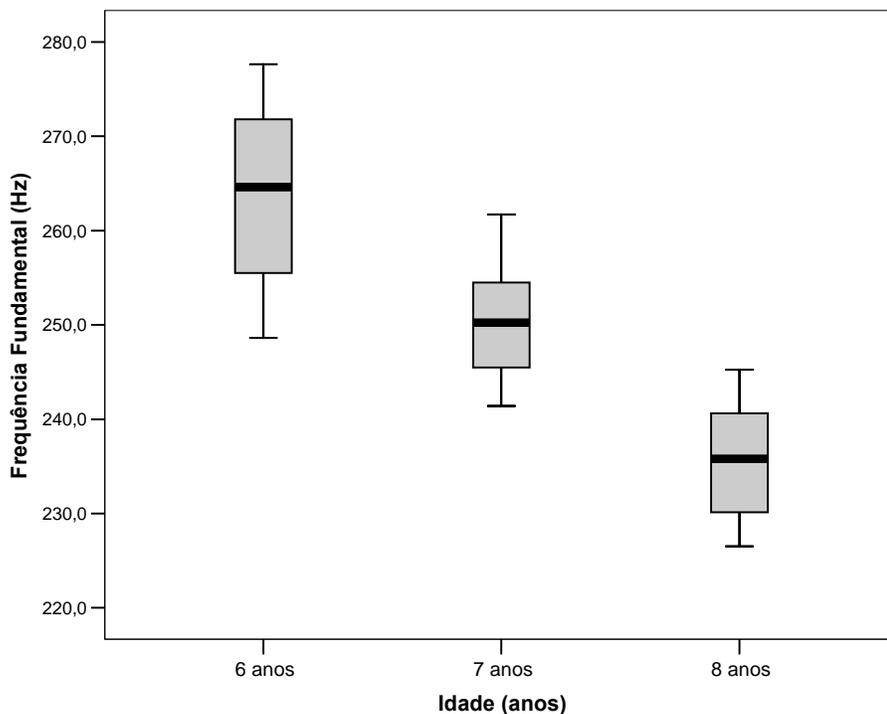
A Tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas para a frequência fundamental (Hz) para a amostra total, e de acordo com o sexo e a idade das crianças avaliadas.

**Tabela 1** - Estatísticas descritivas para a Frequência Fundamental.

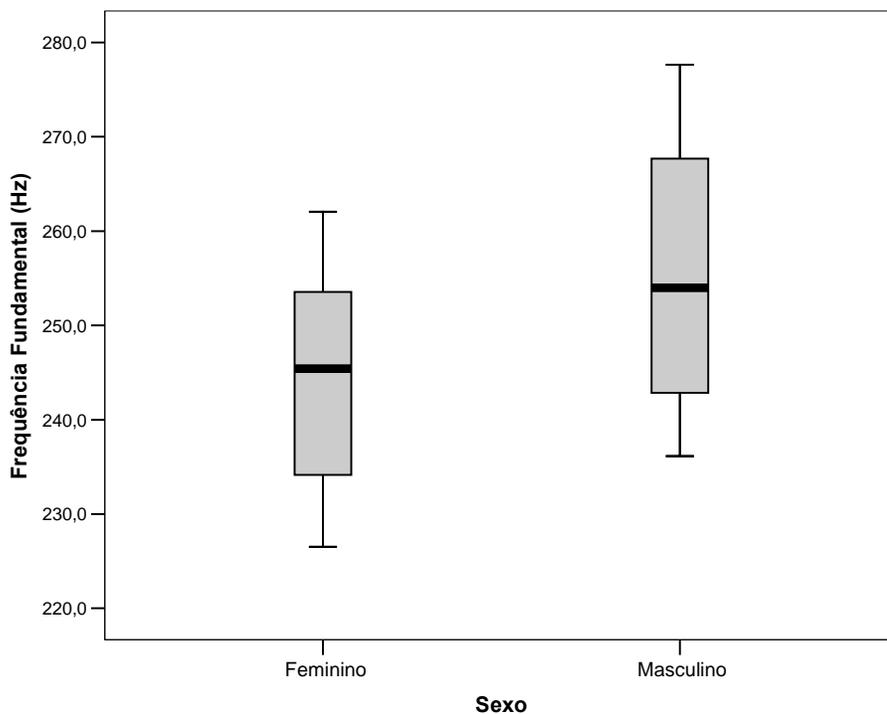
<b>Sexo</b>	<b>Idade</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Feminino	6 anos	16	255,85	4,08	248,63	255,52	262,06
	7 anos	17	246,01	3,39	241,42	245,50	253,80
	8 anos	17	231,08	2,86	226,52	230,15	235,45
Masculino	6 anos	16	271,46	3,31	267,14	271,79	277,62
	7 anos	17	255,08	4,43	247,29	254,48	261,71
	8 anos	17	240,45	3,00	236,15	240,62	245,25
Total Feminino		50	244,08	3,43	226,52	245,41	262,06
Total Masculino		50	255,35	3,59	236,15	253,99	277,62
Total 6 anos		32	263,65	8,73	248,63	264,60	277,62
Total 7 anos		34	250,55	6,02	241,42	250,23	261,71
Total 8 anos		34	235,77	5,56	226,52	235,80	245,25
Total Geral		100	249,71	3,51	226,52	248,95	277,62

A distribuição das respostas de acordo com a idade e de acordo com o sexo pode ser visualizada a seguir.

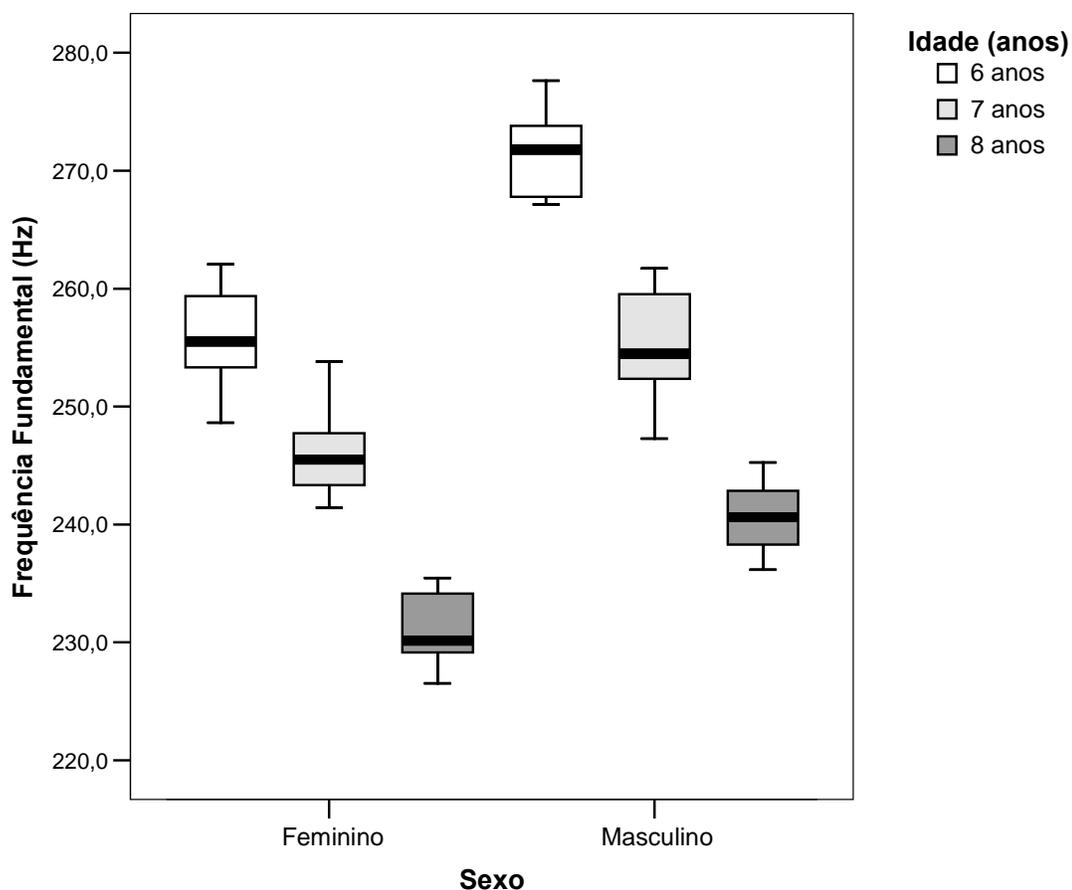
**Figura 1:** Boxplots para a Frequência Fundamental de acordo com a idade.



**Figura 2:** Boxplots para a Frequência Fundamental de acordo com o sexo.



**Figura 3:** Boxplots para a Frequência Fundamental de acordo com a idade e com o sexo.



### Comparação de Médias

Uma das suposições retirada da literatura e descrita nos objetivos é que não há diferenças significativas na altura tonal da voz infantil. (ver pagina 17) Essa suposição é questionada a seguir, pois os resultados encontrados diferem daqueles da literatura. Dentro de cada grupo definido pelo sexo, são comparadas as respostas das crianças de 6, 7 ou 8 anos, sujeitos desta pesquisa.

Foi possível observar graficamente que as respostas não seguem uma distribuição aproximadamente Normal em todas as idades, e por isso as idades são comparadas através do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação de dois ou mais grupos independentes.

**Tabela 2:** Teste de Kruskal-Wallis para comparação da Fo por sexo.

Sexo	Estatística de teste	gl	Valor p
Feminino	41,923	2	0,000
Masculino	43,562	2	0,000

O resultado do teste é apresentado na Tabela 2. Em ambos os sexos, o resultado foi significativo (valor p menor que 0,05) e assim conclui-se que há diferença significativa na frequência fundamental aos 6, 7 ou 8 anos de idade, com um nível de significância de 5%.

O próximo passo é comparar os grupos etários dois a dois, para identificar quais deles são diferentes entre si. Isso é feito utilizando o teste não paramétrico de Mann-Whitney para comparação de dois grupos independentes. O resultado é apresentado na Tabela 3.

Todas as comparações são significativas, indicando que há diferenças significativas na frequência fundamental aos 6, 7 ou 8 anos de idade, quando comparadas duas a duas em cada sexo, com um nível de significância de 5%.

**Tabela 3:** Teste de Mann-Whitney para comparação da Fo aos 6, 7 e 8 anos.

Sexo	Comparação	Valor p
Feminino	6 anos x 7 anos	0,000
	6 anos x 8 anos	0,000
	7 anos x 8 anos	0,000
Masculino	6 anos x 7 anos	0,000
	6 anos x 8 anos	0,000
	7 anos x 8 anos	0,000

Foi realizado também o teste de Mann-Whitney para comparação da frequência fundamental de meninos e meninas, independente da idade. O resultado foi significativo (valor p = 0,000) e assim pode-se concluir que há diferenças

significativas entre os resultados de meninos e meninas, com um nível de significância de 5%.

### ***Determinação de Limites de Normalidade***

Os limites de normalidade para a freqüência fundamental, em cada sexo, podem ser determinados com base na média e no desvio padrão da variável na amostra. Com base nesses resultados, é construído um intervalo de valores para a freqüência fundamental, no qual espera-se que 95% dos valores possíveis para a variável encontrem-se neste intervalo.

Esse intervalo é calculado com base na suposição de que a média segue uma distribuição Normal, independente da distribuição da variável, e por isso é denominado método da curva de Gauss. A fórmula de cálculo do intervalo é:

$$\text{Média} \pm 1,96 \times \text{Desvio Padrão}$$

Outro método para determinação dos limites de referência é o método dos percentis. Seguindo o raciocínio intuitivo de que os valores de referência devem ser aqueles valores centrais, excluindo os valores muito pequenos ou muito grandes; e que todos os indivíduos da amostra são saudáveis, mas apresentam resultados variados, o método dos percentis consiste em ordenar os resultados e excluir os maiores e menores valores.

Para obter um intervalo de referência de 95% de confiança, devem ser excluídas 5% das observações. Portanto, são excluídas as 2,5% menores e as 2,5% maiores. Como temos 50 observações em cada sexo, 2,5% corresponde a,

aproximadamente, uma observação, em cada extremo. Assim são excluídos os valores mínimo e máximo e o intervalo de valores restante determina o intervalo de referência.

Os resultados dos intervalos obtidos por cada um dos dois métodos são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

Como não se observou uma distribuição Normal na freqüência fundamental, recomenda-se utilizar o intervalo obtido pelo método dos percentis. O intervalo pelo método de Gauss é apresentado apenas para uma possível comparação com outros resultados descritos na literatura.

Também se apresenta o resultado para o total de indivíduos em cada sexo, com n=50, e em cada grupo de idade nesse sexo. No entanto, deve-se considerar que temos 16 ou 17 indivíduos de cada sexo e em cada faixa etária, um número pequeno de indivíduos para que se possa determinar uma faixa de normalidade para a população. Qualquer generalização desses resultados deve ser feita com cuidado.

**Tabela 4:** Intervalo de 95% de confiança para a Freqüência Fundamental de acordo com o Sexo e a Idade – Método de Gauss.

Sexo		N	Média	Desvio Padrão	IC 95%
Feminino	Total	50	244,08	3,43	222,91; 265,25
	6 anos	16	255,85	4,08	247,85; 263,85
	7 anos	17	246,01	3,39	239,37; 252,65
	8 anos	17	231,08	2,86	225,47; 236,69
Masculino	Total	50	255,35	3,59	229,46; 281,24
	6 anos	16	271,46	3,31	264,97; 277,95
	7 anos	17	255,08	4,43	246,40; 263,76
	8 anos	17	240,45	3,00	234,57; 246,33

**Tabela 5:** Percentis de 2,5% e 97,5% para a Frequência Fundamental de acordo com o Sexo e a Idade – Método dos Percentis.

Sexo	Idade (anos)	N	Percentil 2,5	Percentil 97,5	IC 95%
Feminino	6 anos	N=16	248,63	262,06	248,63; 262,06
	7 anos	N=17	241,42	253,80	241,42; 253,80
	8 anos	N=17	226,52	235,45	226,52; 235,45
	Total	N=50	226,69	261,86	226,69; 261,86
Masculino	6 anos	N=16	267,14	277,62	267,14; 277,62
	7 anos	N=17	247,29	261,71	247,29; 261,71
	8 anos	N=17	236,15	245,25	236,15; 245,25
	Total	N=50	236,18	276,94	236,18; 276,94

## 5 Discussão

Neste estudo pudemos verificar as características perceptivo-auditivas presentes na voz de crianças na faixa etária de 6 a 8 anos. Vimos que a disfonia ou voz adaptada incide nessa população, porém não temos como afirmar se a criança apresenta distúrbio vocal ou pregas vocais sadias, pois não foram realizados exames laringoscópicos. Não houve queixas quanto a problemas de voz das crianças pelos pais. De uma forma geral, as crianças avaliadas e consideradas com voz normal neste estudo apresentaram rouquidão ou sopro de grau leve de acordo com a escala RASAT (PINHO e PONTES, 2002). Esse dado obtido concorda com a literatura pesquisada quanto à incidência dessas alterações na infância (FREITAS *et al.* 2000; BEHLAU *et al.* 2001; MARTINS e TRINDADE 2003; MARINHO *et al.* 2003) não se constituindo fator de exclusão desses sujeitos na pesquisa.

A clínica fonoaudiológica conta hoje com uma série de possibilidades de análise da produção e da percepção do sinal vocal. Muitas das análises baseiam-se na percepção auditiva dos avaliadores, algumas contando com padronizações em escalas com fidedignidade reconhecidas internacionalmente, como a escala GRBAS, a escala RASAT, uma versão brasileira adaptada da escala GRBAS,

VPAS, o roteiro de avaliação com motivação fonética Voice Profile Analysis Scheme; a proposta SVEA, Swedish Voice Evaluation Approach e o protocolo consenso da avaliação perceptivo-auditiva da voz CAPE-V. (LAVER, 1980; HAMMARBERG, 2000; PINHO e PONTES, 2002)

Essa avaliação perceptivo-auditiva é subjetiva. Por esse motivo, ao utilizar este tipo de avaliação é necessário contar com a participação de profissionais com a audição treinada para ela. Assim, para a aplicação da escala RASAT neste trabalho, foram escolhidos três fonoaudiólogos especialistas em voz e experientes neste tipo de avaliação. Ficou claro que tanto o conceito de normalidade da voz quanto os seus desvios não são de simples definição. Uma série de discussões entre os julgadores foram geradas, no entanto chegou-se a um consenso em todas as vozes analisadas. A citação seguinte é um exemplo de definição de voz normal:

Quanto à voz normal, não existem definições exatas ou aceitáveis sobre suas características e nem limites definidos. O conceito de voz normal é amplamente discutível e negociável, sofrendo influências culturais, sociais e raciais (FELIPPE *et al.* 2006)

A escala RASAT, por ter sido adaptada para adequar e facilitar a triagem vocal perceptiva no nível glótico em nosso país foi a escala eleita para ser utilizada neste trabalho e nos permitiu a distinção mais clara dos parâmetros perceptivos-auditivos. Nas crianças é esperado que a qualidade rouca ou soprosa de grau leve seja aparente, o que foi comprovado pelos resultados obtidos.

Considerando-se a velocidade com que as mudanças orgânicas e fisiológicas ocorrem nas crianças é imprescindível que se possa acompanhar a evolução do paciente e adequar suas condutas para melhores resultados. Para tanto, o mais adequado é que, além da análise qualitativa por meio do julgamento perceptivo -

auditivo, o profissional possa utilizar medidas quantitativas no acompanhamento de seus pacientes.

A análise acústica trata-se de um método não invasivo que propicia avaliar vozes normais e disfônicas. Porém, seus resultados ainda não podem ser generalizados devido à falta de normatização das medidas. (HUFNAGLE, 1982; STEFFEN *et al.* 1997; CAMPISI *et al.* 2002; SADER e HANAYAMA; 2004)

Na tentativa de procurar uma padronização dos métodos de análise de perturbações da voz, Titze (1995) elaborou um documento a respeito dos tipos de sinais acústicos vocais passíveis de análise confiável. Titze (1995) explica que há três tipos de sinais acústicos.

**Sinal tipo 1:** é um sinal quase periódico, que não apresenta alterações qualitativas no segmento analisado; se existem modulações ou sub-harmônicos, sua energia tem magnitude inferior à energia da frequência fundamental. Sinais do tipo 1 permitem mensurações de frequência fundamental, jitter, shimmer, proporção harmônico-ruído, enfim permite a análise das perturbações da onda. Vozes normais ou levemente alteradas, resultado de fendas glóticas triangulares médio posteriores, por exemplo, geralmente produzem sinal acústico desse tipo.

**Sinal tipo 2:** é um sinal acústico que representa alterações qualitativas, ou seja, bifurcações, intermitência, sub-harmônicos ou modulações são de tamanha energia que não existe uma frequência fundamental única no segmento em questão. Este sinal permite apenas a análise visual do traçado, pois a alteração superposta não permite mensurações com confiabilidade. Embora o avaliador possa selecionar trechos da emissão que pareçam mais estáveis e proceder à análise específica desses trechos, o resultado não corresponde às características globais da emissão do indivíduo, sendo necessários pelo menos 100 ciclos para uma medida confiável.

A análise visual do traçado é essencialmente descritiva e depende largamente da experiência do avaliador, ou seja, é altamente subjetiva. A maior parte das vozes patológicas produz um sinal dessa natureza, seja por quebras de sonoridade, como observado nos nódulos, seja pela presença de sub-harmônicos, como freqüentemente aparente nos pólipos, seja pela presença de modulações, como nas disfonias neurológicas.

**Sinal tipo 3:** é um sinal sem estrutura periódica aparente, ou seja, é um sinal aperiódico ou caótico, que não permite mensuração confiável nem a análise visual, como os sinais do tipo 2. Tais sinais, produzidos por vozes patológicas como, por exemplo, nas emissões dos pacientes com disфонia espasmódicas (distonia focal laríngea) permite apenas medidas perceptivas (análise perceptivo - auditiva da aperiodicidade), mas é justamente neste tipo de sinal que mais necessitaríamos de apoio tecnológico para a compreensão do resultado vocal. Alguns sistemas, como a análise fractal, atratores ou o expoente da Lyapunov, têm sido proposto como análise acústica desse tipo de sinal, mas não existe ainda verificação científica de sua confiabilidade.

Assim, a obtenção da freqüência fundamental deve ser realizada com vozes normais ou quase periódicas, concordando com achados da literatura. Com base em Titze, Behlau et al. (2001) lembra que a obtenção da freqüência fundamental é precisa apenas para sinais do tipo 1.e, nas vozes realmente disfônicas, podemos apenas constatar a irregularidade da forma da onda glótica. Nas emissões muito desviadas, como na disфонia espasmódica, a análise acústica é frustrante e somente a análise auditiva será realmente útil.

No presente estudo, as vozes analisadas se classificam, segundo Titze (1995), como sinal acústico tipo 1. Assim sendo, as amostras vocais selecionadas

são passíveis de análise confiável, permitindo mensurações de frequência fundamental.

Sader e Hanayama (2004) após uma revisão dos estudos relacionados às medidas acústicas em crianças, constataram que muitos trabalhos referem pouca diferenciação entre vozes disfônicas e normais, o que ressalta a necessidade de mais pesquisas sobre esse aspecto, com maior padronização e normatização de medidas. Eis o que afirma os autores: Linders *et al.* (1995); Steffen *et al.* (1997), Lima *et al.* (2005) e Vanzella (2006).

É indispensável um aprofundamento nas características da voz infantil, pois não se encontra na literatura estudos que propõem parâmetros de normalidade para crianças. É necessário que se crie dados normativos, padronizem medidas acústicas, levantem padrões de normalidade dessa população. (Vanzella, 2006)

Dentre os estudos brasileiros, na tentativa de estabelecer a normatização de medidas acústicas para vozes infantis, podem-se destacar os estudos de Navas (1989); Steffen *et al.* (1997) e Vanzella (2006).

No presente estudo, a média da frequência fundamental de 249,71 Hz das 100 crianças dos sexos feminino e masculino de 6 a 8 anos de Belo Horizonte, coincide com os dados disponíveis na literatura estudada. Steffen *et al.* (1997) em seu estudo com crianças de ambos os sexos de 6 a 10 anos encontrou a média da  $F_0$  em 250,05 Hz. Behlau *et al.* (2001) e Dedivitis e Barros (2002) encontraram o valor de referência de normalidade acima de 250 Hz.

Wilson (1987); Hasek e Singh (1980); Navas (1989) definiram valores de frequência fundamental superiores ao do nosso estudo, e Vanzella (2006) verificou média de  $F_0$  igual a 237 Hz, sendo inferior a este e aqueles estudos relatados anteriormente. Uma justificativa para esse fato pode ser, em parte, pelos

instrumentos de avaliação utilizados na seleção da amostra ou pela escolha da técnica de análise utilizada por esses pesquisadores. Essa diversidade de instrumento não invalida os resultados alcançados desde que a metodologia traçada esteja de acordo com os critérios utilizados pela comunidade científica. O que não pode existir de fato, são resultados discrepantes entre si. Em nosso estudo, a diferença mais significativa foi de 13 Hz se compararmos aos estudos de Vanzela (2006).

A faixa etária analisada no trabalho foi escolhida para que não houvesse qualquer interferência nos parâmetros vocais causados pela muda vocal e por representar um período que não há diferença significativa na laringe da criança entre os sexos. (HIRANO, 1981; 1996; ANDREWS, 1991; GRAY, SMITH E SCHNEIDER, 1996; FREITAS, *et. al.* 2000; XIMENES FILHO, 2003; LIMA *et al.* 2005). Sobre o desenvolvimento da voz infantil, Andrews (1991) lembra:

O desenvolvimento vocal infantil evolui semelhantemente em um e outro sexo até a pré-adolescência, num período em que começam a ocorrer alterações no tipo de voz denominadas muda vocal ou mutação vocal fisiológica. A partir desta fase, a laringe, que antes era infantil, passa a ser adulta.

A muda vocal é um fenômeno fisiológico que pode ser definida como um conjunto de mudanças no padrão da voz, que ocorre entre a infância e a puberdade. A muda é esperada na mulher entre 12 e 14 anos e no homem entre 13 e 15. Estas mudanças caracterizam-se não apenas pelo aumento na intensidade, mas por alterações na frequência fundamental, que nos homens passa a ser uma oitava abaixo e nas mulheres 3 a 4 semitons. Toda esta mudança no padrão vocal deve-se muito às alterações hormonais, as quais também refletem nas características sexuais. Nos meninos, o primeiro sinal da puberdade é a aceleração do crescimento

dos testículos, seguido pelo aparecimento dos pêlos púbicos e, posteriormente, pêlos axilares e faciais. Nas meninas, há inicialmente o crescimento dos seios ou o aparecimento dos pêlos púbicos e, após crescimento corporal, ocorre o primeiro ciclo menstrual. Na laringe, as principais mudanças são: aumento do diâmetro ântero-posterior; aumento do comprimento, largura e espessura das pregas vocais (o alongamento em até 1 cm nos meninos e dificilmente passando de 4 mm nas meninas) e seu posicionamento, sendo mais inferior em relação à coluna (MORTARI, 1990; ANDREWS, 1991; BEHLAU, AZEVEDO e PONTES, 2001; HERSAN, 2003; LIMA *et al.* 2005; SANTOS *et al.* 2007.) Em relação ao aparelho fonador, ocorre um crescimento constante, mas não homogêneo da laringe, das cavidades de ressonância, da traquéia e dos pulmões. Sendo assim, a muda representa um período de desequilíbrios, onde o pescoço se alonga, a laringe desce, o tórax se alarga e a capacidade vital aumenta, de modo não harmônico. (BEHLAU, AZEVEDO e PONTES, 2001) Por essas razões, a faixa etária selecionada descarta qualquer possibilidade de crianças no período da muda vocal.

Neste estudo, as médias da  $F_0$  encontradas nas faixas etárias de 6,7 e 8 anos foram de 263,65 Hz, 250,55 Hz e 235,77 Hz respectivamente, percebendo uma diminuição significativa nos valores. Este achado vai de encontro a literatura, pois a maioria dos autores concorda que quanto maior a idade, menor o valor na média de  $F_0$  para ambos os sexos. (Figura 1)

Como lembram Barros e Carrara (2002), a  $F_0$  é uma das medidas mais importantes da análise acústica e tem relação direta com o comprimento, tensão, rigidez e massa das pregas vocais e estas com a pressão subglótica.

Outros autores também referem que a  $F_0$  de um indivíduo é decorrente do comprimento das suas pregas vocais. Dessa forma, à medida que a criança cresce

as estruturas do trato vocal também crescem e, conseqüentemente, as pregas vocais aumentam seu comprimento e massa, diminuindo a  $F_0$ . (EGUCHI e HIRSH, 1969; NAVAS, 1989; LINDERS *et al.* 1995; COLTON e CASPER, 1996; STEFFEN *et al.* 1997; BEHLAU *et al.* 2001; HERSAN, 2003 e VANZELLA, 2006).

Essa diminuição da  $F_0$  é bem perceptível se observarmos as extremidades das faixas-etárias de 8 anos e de 6 anos. Como mostra a Tabela 6 abaixo, nossos resultados revelam dados semelhantes aos estudos pesquisados. (STEFFEN *et al.* 1997; BEHLAU *et al.* 2001; HERSAN, 2003; XIMENES FILHO, 2003; LIMA *et al.* 2005; VANZELLA, 2006).

**Tabela 6:** Freqüência Fundamental de acordo com a idade.

<b>Idade</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>
Total 6 anos	32	263,65
Total 7 anos	34	250,55
Total 8 anos	34	235,77
Total Geral	100	249,71

Eguchi e Hirsh (1969) constataram em seu estudo, a relação inversa entre a idade e a  $F_0$ , sendo que a  $F_0$  foi significativamente maior nas crianças com menos de 6 anos, havendo a seguir uma diminuição mais gradual.

Embora a laringe seja de tamanho menor, este não é o único aspecto diferencial entre a criança e o indivíduo adulto. Há diferenças morfológicas e histológicas presentes bem evidentes e, portanto, a laringe infantil não pode ser considerada uma miniatura da laringe do adulto. A adaptação progressiva da laringe da criança incide com as transformações que influenciam no som produzido.

Uma série de modificações, além do crescimento do trato vocal ocorre após o nascimento nas configurações geométricas desse tubo. Ao nascimento a laringe

apresenta-se muito alta, praticamente encaixada no osso hióideo permitindo a manutenção de um sistema de dois tubos, que assegura a alternância da sucção prolongada e da respiração, com segurança fisiológica para o bebê. (BEHLAU, AZEVEDO e PONTES, 2001; HERSAN, 2003) Ainda nesse período, a laringe inicia sua descida no pescoço e há sinais fisiológicos de que esse descenso continua ocorrendo ao longo de toda a vida. O grande descenso na primeira infância se completa ao redor dos cinco anos de idade, quando também é esperada a modificação do padrão de deglutição infantil. A consequência direta da descida da laringe é que o tubo de ressonância fica mais longo, podendo ampliar melhor as frequências graves.

A porção membranosa das pregas vocais quase dobra no primeiro ano de vida, chegando à fase adulta com uma variação de 11,5 a 16 mm, no homem e de 8 a 11,5mm, na mulher. Já a porção cartilágnea tem um crescimento menor, e apresenta uma variação de 5,5 a 7 mm, no homem e de 4,5 a 5,5 mm, na mulher. (ARONSON, 1990) Como as cartilagens aritenóideas não aumentam de modo significativo, as modificações no comprimento das pregas vocais devem-se ao desenvolvimento da porção cartilágnea. Como consequência direta desse crescimento, temos uma fonte de som com maiores possibilidades de produção vocal.

Além da diferença no comprimento, as pregas vocais infantis também apresentam diferenças fisiológicas em relação às do adulto, por não mostrarem um ligamento vocal maduro, como vimos no item 2.2, anatomia da laringe na infância.

As justificativas mais relatadas para a diminuição da  $F_0$  são as mudanças anatômicas e fisiológicas nas próprias estruturas laríngeas, decorrente do

desenvolvimento normal, e a maturação do sistema nervoso, possibilitando maior controle laríngeo. Este fato justifica em parte as nossas observações.

Algo que nos chama atenção é a comparação das médias de  $F_0$  em ambos os sexos de acordo com a idade e entre os sexos independente da idade. (Figuras 2 e 3) Neste estudo, observa-se diferença gradativa com queda da frequência fundamental aos 6, 7 e 8 anos no dois sexos, e diferenças significativas de  $F_0$  comparando um com outro. Encontra-se na literatura consultada apenas um estudo, de Fairbanks (1950), concordando com a significância quanto à idade e ao sexo.

Quanto ao sexo, ao avaliarmos a média da frequência fundamental, observa-se que o masculino apresenta um valor superior (255,35 Hz) se comparado ao feminino (244,08Hz). (Tabela 1).

A média da frequência fundamental das crianças do sexo masculino encontrada nos estudos de Wilson (1987) e de Vanzella (2006) foi superior aos valores da média da frequência fundamental das crianças de sexo feminino, concordando com nossos achados: Vanzella (2006) encontrou em seu estudo o valor da média de  $F_0$  de 241,96 Hz no sexo masculino e 233,04 Hz no feminino, apresentando uma diferença de 8,92 Hz no valor da média de  $F_0$ . Wilson (1987) encontrou 15 Hz de diferença da média de  $F_0$  entre o sexo masculino e feminino. Já Hasek e Singh (1980) e Navas (1989) não compartilham deste achado, pois não encontraram diferenças significativas entre meninos e meninas.

A Figura 3 é uma amostra comparativa da frequência fundamental de acordo com a idade e com o sexo. Os resultados revelam diferenças bastante significativas quando confrontados o sexo e a idade juntos. Observa-se por exemplo que o menino apresenta uma frequência fundamental mais elevada se comparada à menina. A queda em ambos é esperada, regular e eqüidistante, sendo um pouco

mais evidente no menino na idade de 6 a 8 anos. Os índices expostos na Tabela 1 exemplificam bem esses achados.

Discordando dos nossos achados, Navas (1989) não encontrou diferenças significativas de  $F_0$  entre os sexos ou comparando os sexos e as idades das crianças estudadas.

Roob e Saxman (1985) observaram em seu estudo uma queda maior da frequência fundamental no sexo masculino na idade de 6 a 8 anos. Glaze, Bless e Susser (1989) relatam uma queda maior da  $F_0$  no sexo masculino na idade de 4 a 10 anos, porém, não observaram diferença estatística significativa entre os sexos. Os achados de Roob e Saxman concordam com os resultados encontrados em nosso estudo. Os resultados encontrados por Glaze e colaboradores são semelhantes em relação ao sexo masculino, e diferenciando-se entre os sexos.

Numa proposta de investigar características acústicas da voz na criança quase pré - adolescente em relação ao sexo e à idade Hasek e Singh (1980) revelaram que as diferenças de frequência fundamental entre crianças do sexo masculino e feminino surgem na idade de 7 anos, e essa frequência fundamental diminui significativamente apenas nas crianças do sexo masculino, entre a idade de 5 a 10 anos.

Hasek e Singh (1980) concordam parcialmente com nossos achados, pois em seu estudo a frequência fundamental diminuiu significativamente apenas nas crianças do sexo masculino; em nosso estudo, observa-se esta diminuição significativa em ambos os sexos.

Estes achados são curiosos se compararmos a literatura, pois sabemos que o desenvolvimento anatômico da laringe na infância é semelhante até a pré adolescência, o que influencia na qualidade da voz. Em geral, não há diferenças

significativas entre as vozes de meninos e meninas, isto é, não se percebe diferenças de tonalidade. (AROSON, 1990; ANDREWS, 1991; LIMA *et al.* 2005).

De acordo com a literatura, isso ocorre porque até a puberdade a laringe apresenta as mesmas dimensões tanto no menino quanto na menina. (HIRANO, 1981; TITZE, 1994; STEFFEN *et al.* 1997) Por isso nessa faixa etária nem sempre é possível diferenciar o sexo de uma criança ouvindo apenas a voz, sobretudo em relação aos meninos. A diferença só será marcante e bem definida a partir da puberdade.

No estudo realizado, encontrou - se valores distintos de  $F_0$  nos dois sexos. Este achado pode ser explicado com base em fatos orgânicos ou comportamentais apresentados abaixo:

- 1- Orgânico:** justifica-se com base no amadurecimento sexual do menino e da menina. Entre meninos e meninas da mesma idade surgem abismos intransponíveis, pois os ritmos de amadurecimento para meninos e meninas são diferentes.
- 2- Comportamental:** As atividades corporais e vocais dos meninos são mais marcantes. Eles utilizam - se de jogos, atividades lúdicas e desportivas mais energéticas e, por vezes, explosivas. Esta constatação resulta da observação *in loco* da autora. Devido a esse comportamento, os meninos apresentariam uma hipertensão cervical que sobrecarrega o aparelho fonador, sendo a hipertensão cervical caracterizada pela contração excessiva de todos os músculos participantes da fonação. Conseqüentemente, a contração influenciaria a qualidade vocal, caracterizando a voz com o pitch mais agudo. Desta forma, o menino apresentaria uma freqüência fundamental mais aguda e predisponente à disfonia.

Hersan (2003) declara sobre disфония infantil:

A disфония infantil é mais comum em crianças do sexo masculino, provavelmente pela exigência social de um comportamento mais agressivo nesse sexo. Esse comportamento vocal inadequado por mau uso seria a principal causa.

Não se encontra na literatura estudos que explique o fato da Fo ser mais elevada no menino. Considerando que a nossa amostra é pequena, este fato requer, naturalmente, maiores investigações. A velocidade com que as mudanças orgânicas e fisiológicas ocorrem nas crianças, suscita novos conhecimentos e pesquisas sobre o desenvolvimento da voz infantil. Assim, este estudo revela achados interessantes que nos instiga a continuar mergulhando no universo infantil.

Um ano de vida numa criança é extremamente importante, pois ocorrem transformações corporais que influenciarão a voz e o crescimento da laringe infantil. É importante frisar que o desenvolvimento é desigual e desordenado, sobretudo no menino, acarretando características vocais bastante específicas dessa fase e, por conseguinte, influenciando na frequência fundamental.

Apesar dessas transformações influenciarem a frequência fundamental na faixa etária pesquisada é preciso atuar com cautela, evitando generalizações e conclusões precipitadas.

A amostra pesquisada é sem dúvida uma contribuição efetiva para a determinação da frequência fundamental da criança Brasileira, em especial, da Belo Horizontina.

Este estudo é um estímulo para novas pesquisas que desenvolver-se-ão no campo da voz infantil, da extração da frequência fundamental, contribuindo, sobremaneira, para o entendimento da voz na infância.

## 6 Conclusão

A voz tem características singulares devido à anátomo-fisiologia das estruturas dos sistemas da fonação.

A extração da Freqüência Fundamental realizada contribuiu significativamente para o levantamento de padrões normativos de meninos e meninas na faixa etária de 6 a 8 anos.

Assim, partir dos resultados obtidos pode-se concluir o que segue:

### A. Em ambos os sexos

- As crianças apresentam qualidade vocal rouca ou soprada de grau leve como característica de sua voz.
- A média da freqüência fundamental das 100 crianças dos sexos feminino e masculino de 6 a 8 anos de Belo Horizonte é de 249,71 Hz, muito próxima das médias encontradas na literatura (ver p.69).
- A média da freqüência fundamental diminui significativamente na medida em que aumenta a idade. (ver p.71-72)

B. No menino:

- Aos 6 anos, a média da frequência fundamental apresenta valor em Hz superior a média encontrada para meninas, e diminui significativamente nas idades de 7 e 8 anos, contrariando alguns achados da literatura e corroborando com outros. (ver p.74 -76)

C. Na menina:

Observou-se, como já descrito na literatura, a queda da média da Fo, porém, menos significativa se comparada ao menino. (ver p.74-76)

O sinal acústico, bem como o aparato vocal de cada indivíduo, é algo muito complexo e individual. Portanto, a sugestão acima, pode nortear os especialistas da área.

O especialista da voz deve ter uma visão holística, ver o indivíduo como um todo, levando em conta não só o resultado numérico, mas também o seu subjetivo (avaliação perceptivo-auditiva) que é soberano.

Os resultados deste estudo reúnem dados relevantes para trabalhar a voz infantil de maneira mais profunda e segura, contribuindo para a padronização da Frequência Fundamental desta população.

Apesar das limitações impostas pela natureza e pelo momento deste estudo, almeja - se que esta pesquisa possa representar uma real e profícua contribuição aos trabalhos existente no campo da extração da frequência fundamental da população infantil.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREWS, M.L. **Voice therapy for children**. San Diego, California, Singular publishing. 1991.

ARAUJO, S.A.; GRELLET, M.; PEREIRA, J.C. Normatização de medidas acústicas da voz normal. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.68, n.4, p. 540-544, 2002.

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

BARROS APB, CARRARA-DE ANGELIS E. Análise acústica da voz. In: Dedivitis RA, Barros APB. **Métodos de avaliação e diagnóstico de laringe e voz**. São Paulo: Lovise, 2002, p.201-221.

BEHLAU, M.; TOSI, O.; PONTES, P. Determinação da frequência fundamental e suas variações em altura ("jitter") e intensidade ("shimmer") para falantes do português brasileiro. **Acta AWHO**, v. 4, n.1, p.5-10, 1985

BEHLAU M.S, AZEVEDO R., PONTES PA. Conceito de Voz Normal e Classificação das Disfonias. In: BEHLAU M.S, org. **Voz: O Livro do Especialista**. São Paulo: Revinter; 2001. cap.2, p.53-79.

BEHLAU M.S.; AZEVEDO, R.; MADAZIO, G. Anatomia da Laringe e Fisiologia da Produção Vocal. In: BEHLAU MS, org. **Voz: O Livro do Especialista**. São Paulo: Revinter; 2001. cap.1, p.1-42.

BEHLAU M.S *et al*. Avaliação de voz. In: BEHLAU MS, org. **Voz: O livro do especialista**. São Paulo: Revinter; 2001. cap.3, p.85-180.

BEHRMAN, A. *et al*. Anterior-posterior and medial compression of the supraglottis: signs of nonorganic dysphonia or normal postures? **Journal of Voice** v.17,n.3, p.403-410, 2003.

BERTELLI A P. História do câncer da laringe e seu tratamento. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v.44,n.1,p.88-92,1978.

BLOOM, L.A.; ROOD, S.R. Voice disorders in children: structure and evaluation. **Pediatric Clinics of North America**, v.28, n. 4, p. 957-963, 1981.

BRAGA, J.N. *et al.* **Análise do Dados de Anamnese de Crianças com Disfonia.** Trabalho Apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, realizado em Salvador/ BA em Outubro de 2006.a.

BRAGA, J.N. *et al.* Nódulos Vocais: Análise Anátomo - Funcional. **Revista CEFAC**, v.8, n.2, p.223-229, 2006b.

CAMARGO, Zuleica. Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos: uma abordagem interpretativa e integrada de dados da natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica. São Paulo, 2002. Tese de doutorado. Laboratório Integrado Análise Acústica e Cognição. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002.

CAMPISI, P. *et al.* Computer-assisted voice analysis: establishing a pediatric database. **Arch Otolaryngol Head Neck Surg**. v.128,n.2,p.156-160,2002.

CARSON, C.P; INGRISANO, D.R.S.; EGGLESTON, K.D. The effect of noise on computer-aided measures of voice: a comparison of CSpeechSP and the Multi-Dimensional Voice Program Software using the CSL 4300B Module and Multi-Speech for Windows. **Journal of Voice**, v.17,n.1,p.12-20,2003.

COHEN,S.R. *et al.* Collagen in the developing larynx. Preliminary study. **Ann Otol Rhino Laryngol**. v.101, p. 328 - 332, 1977.

COLTON RH, CASPER J.K. **Understanding Voice Problems: A Physiological Perspective for Diagnosis and Treatment.** 2nd ed.Baltimore: Williams e Wilkins, 1996.

Crying.IN: The Modern Encyclopedia of Baby and Child Care from prenatal care to adolescence. v.3 Co-Ec.,1966.

DE BIASE *et al.* Nódulo em prega vocal de criança: dificuldade diagnóstica. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v.68, n.6, p.811-814, 2002.

DEDIVITIS, R.A.; BARROS, A.P. Fisiologia laríngea. In: DEDIVITS, R. A.; BARROS, APB. **Métodos de avaliação e Diagnóstico de Laringe e voz.** São Paulo: Lovise, 2002. p. 39-52.

DEJONCKERE, P.H. *et al.* FO – perturbation and FO/ loudness dynamics in voices of normal children, with and without education in singing. **J. Pediatr. Otorrinolaryngol.** v.35, p.107-115, 1996.

DE KROM, G. Some spectral correlates of pathological breathy and rough voice quality for different types of vowel fragments. **J. Speech. Hear. Res.**, n.38, p.794-811,1995.

EGUCHI, S; HIRSH, I. Development of speech sounds in children. **Acta otolaryngol.** n.257, p. 4-51, 1969.

FAIRBANKS,G. An acoustical study of the pitch of infant hunger wails. **Child Dev.**,n.3, p.227-232, 1942.

FAIRBANKS,G.; WILEY,J.H; LASSMAN,FL. An acoustical study of vocal pitch in seven and eight year old boys. **Child Dev.**n.20,p.63-69,1949.

FAIRBANKS,G. An acoustical comparisonof vocalpitch in sevenand eight year old. **Child Dev.**n.21,p.121-129, 1950.

FELIPPE,A.C *et al.* Normatização de medidas acústicas para vozes normais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.72, n.5, p. 659-664, 2006.

FIGUEIREDO, D. *et al.* Análise perceptivo-auditiva, acústica computadorizada e laringológica da voz de adultos jovens fumantes e não-fumantes. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.69, n.6, p. 791-799, 2003.

FREITAS, M. R.; WECKX, L. L. M.; PONTES, P.A. Disfonia na infância. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.66, n.3, p.257-264, 2000.

FREITAS, M. R. *et al.* Disfonia Crônica na infância e adolescência: estudo Retrospectivo. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.66, n.5, p.480-484, 2000.

FRIED, M.P.; KELLY, J.H.; STROME, M. Comparasion of the adult and infant larynx. **J Fam Pract**, v.15, p. 557 - 561, 1982

GLAZE, L. E; BLESS, D. M.; SUSSER, R. D. Acoustic analysis of vowel and loudness diference in children’s voice. **Journal of Voice.**v.4, n.1, p.89-144, 1989.

GRAY, S.D; SMITH, M.E; SCHNEIDER, H. Voice disorders in children. **Pediatr. Clin. North Am.**, v.43, n.6, p.1357-1384, 1996

HAMMARBERG B. Voice research and clinical needs. **Folia Phoniatica et Logopedica.** v.52,n.1-3,p.93 -102,2000

HASEK,C.S.;SINGH,S. Acoustic attributes of preadolescent voices. **J. Acoust. Soc. Am.**, v.68,p.1261-1265,1980.

HERSAN R.C.P.G. A laringe infantil. In: PINHO SMR. **Fundamentos em fonoaudiologia tratando os distúrbios da voz.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. cap.3, p. 50-66.

HERSAN, R.; BEHLAU, M. Behavioral Management Of Pediatric Dysphonia. In: ROSEN C e MURRY T. **Voice Disorders and Phonosurgery II.** Otolaryngol.Clin North Am 2000;v.33,n.5,p.1097-1110.

HIRANO, M. Structure of vocal fold in normal and disease states. Anatomical and physical studies. **ASHA Report.**, v.11.p.11-30, 1981.

HIRANO,M. *et al.* Sulcus vocalis: functional aspects. **Ann. Otol. Rhinol. laryngol.**, v.99. p. 679-683,1990.

HIRANO,M. Histopatologia laríngea. In: COLTON R, CASPER JK. **Compreendendo os problemas de voz.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. p. 95-101.

HORII, Y. Fundamental frequency perturbation observed in sustained phonation. **Journal of Speech and Hearing Research**, v.22,p.5-19, 1979.

HORII Y. Jitter and shimmer differences among sustained vowel phonations. **Journal of Speech and Hearing Research**, v.25, n.1, p.12-14,1982.

HUFNAGLE J. Acoustic analysis of fundamental frequencies of voices of children with and without vocal nodules. **Percept.Mot.Skills.**v.55,n.2,p.427-432,1982.

ISSHIKI, N. In Isshiki; Tsuji; Sennes. **Tireoplastias.** São Paulo, Fundação Otorrinolaringologia, 1999. 191p

JOTZ, Geraldo Pereira. **Configuração laríngea, análise perceptiva auditiva e computadorizada da voz de crianças institucionalizada do sexo masculino.** 1997. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de São Paulo. Escola Paulista de Medicina, 1997.

KAHANE JC. Life span changes in the larynx: An anatomical perceptible. In: BROWN W.S, VINSON B.P, CRARY M.A, org. **Organic voice disorders assessment and treatment.** San Diego: Singular, 1996. p. 174-87

KARNELL, M.; HALL, K.; LANDAHL, K. L. Comparison of fundamental frequency and perturbation measurements among three analysis systems. **Journal of Voice** v.9, n.4,p.383-393 1995.

KENT, R.D. Anatomical and neuromuscular maturation of the speech mechanism: evidence from acoustic studies. **J Speech Hear Res.**, v.19,n.3,p.421-47, 1976.

KENT, R. D. Vocal tracts acoustics. **Journal of Voice.** v.7, p.97-117, 1993.

KENT, R.D.; READ, C. **The Acoustic Analysis of Speech.** San Diego, Singular Publishing Group. 238p, 1992.

LAVIER J. The phonetic description of voice quality. Cambridge University Press, Cambridge, 1980, p.184-208.

LEQOC, M.; DRAP, F. Enquête épidémiologique sur la dysphonie de l'enfant à l'occasion de sa rentrée scolaire en cours préparatoire. **Rev. Laryngol. Otol. Rhinol**, v.114, n. 4, p.331-333, 1996.

LIEBERMAN, P. Perturbations in Vocal Pitch. **Journal of the Acoustical Society of America**, v.33,p.597-603, 1961.

LIEBERMAN, P. Some acoustic measures of the fundamental periodicity of normal and pathologic larynges. **Journal of the Acoustical Society of America**, v.35, p.344-353, 1963.

LIMA, L. *et al.* Peculiaridades da laringe infantil. **Vox Brasilis**, v.13, p.15-18, 2005.

LINDERS, B. *et al.* Fundamental Voice Frequency and Jitter in Girls and Boys Measured with Eletroglottography: Influence of age and Hight. **Journal of Pediatric Otorhinolaryngology**, n.33, p. 61-65, 1995.

MARINHO, J. *et al.* Frequência fundamental de crianças de 5-6 anos antes e depois do intervalo escolar. **Estudos Vida e Saúde, Goiânia**, v. 30, n. 7, p. 1763-1778, 2003.

MARTINS, R HG. ; TRINDADE, S H K. A Criança disfônica: diagnóstico, tratamento e evolução clínica. **Revista Brasileira de otorrinolaringologia**. v.69, n.6, p.801-806, 2003.

MCALLISTER,A.; SEDERHOLM,E.; SUNDBERG,J. Perceptual and acoustic analysis of vocal registers in 10-year-old children. **Logoped. Phoniatr Vocol**. v.25, n.2, p.63-71, 2000.

MCGLONE,R E E MCGLONE,J. Speaking fundament of eight-year-old girls. **Folic Phoniatr**.n.24,p.313-317,1972.

MELO, E. *et al.* Disfonia Infantil: aspectos epidemiológicos. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v.67, n.6, p.804-807, 2001.

MELO,E. *et al.* Distribution of collagen in the lamina própria of the human vocal fold. **Laryngoscope**. n.113, p.2187-2191,2003.

MORRIS, R.J; BROWN, W.S.J. Comparison of various automatic means for measuring mean fundamental frequency. **Journal of Voice**. v.10, n.2, p.159-165, 1996

MORTARI, A.L. **Análise instrumental da frequência fundamental e da intensidade da voz de crianças e adolescentes**. São Paulo. Dissertação Mestrado, Pontifica Universidade Católica, São Paulo, 1990.

NAVAS, D.M. Análise computadorizada de frequência fundamental e suas variações em altura (jitter) e intensidade (shimmer) de vozes de crianças da cidade de São Paulo. **Pró – fono. Revista de Atualização Científica**. V.1, n.1, p.17-22, 1989.

NEMETZ, M. *et al.* Configuração das pregas vestibulares à fonação em adultos com e sem disfonia. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v.71, n.1, p.6-12, 2005.

PINHO, S.; PONTES, P. Escala de avaliação perceptiva da fonte glótica: RASAT. **Vox Brasilis**, 2002.

PONTES, P. *et al.* Vocal Nodules and Laryngeal Morphology. **Journal of Voice**, v.16, n.3,p. 408-414, 2002. .

ROBB, M.; SAXMAN, J. Developmental Trends in Vocal Fundamental Frequency of Young Children. **Journal of Speech and Hearing Research**, v.28, p.421-427,1985.

RODRIGUES, S.; BEHLAU, M.; PONTES, P. Proporção harmônico-ruído: valores para indivíduos adultos brasileiros. **Acta AWHO**. v.13,n.3,p.112-116,1994

ROGER,G; DENOYELLE,F.; GARABEDIAN,E.N. Disorders of Laryngeal Mobility IN CHILDREN.PEDIATR.PULMOL.,SUPPL.,v.16,p.105-107,1997.

SADER, R. M; HANAYAMA, E. M. Considerações teóricas sobre a abordagem acústica da voz infantil. **Revista Cefac**. v.6,n3,p.312-318,2004.

SANTOS, M.A. *et al.* A interferência da muda vocal nas lesões estruturais das pregas vocais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**. v.73, n.2, p.226-230, 2007.

SAPIENZA, C.M.; RUDDY, B.H.; BAKER, S. Laryngeal Structure and Function in the Pediatric Larynx: Clinical Applications. **Language, speech, and hearing services in schools**. v. 35, p. 299-307, 2004.

SATALOFF, R T.; GOULD, W.J.; SPIEGEL, J.R. Anatomia funcional e fisiologia da voz. In:\_\_\_\_\_. **Manual Prático de fonocirurgia**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002. cap.6, p.163-176.

SOARES QE - Refluxo gastroesofágico: alterações laríngeas e disfonia na criança. **Revista Cefac**. v.3,p. 45-52,2001.

STEFFEN, N. *et al.* Frequência Fundamental de 131 Crianças de 06 a 10 Anos Estudantes de Porto Alegre Relacionada com Idade, Peso, Estatura Física e Superfície Corporal. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 1, p. 22-28, 1997.

STEFFEN, N; MOSCHETTI, M. Parametros Acústicos de Jitter e Shimmer de 248 Crianças de 6 a 10 anos, Estudantes de Porto Alegre. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.63, n.4, p.329-334, 1997.

SUNDBERG, J. - **The science of the singing voice**. Illinois: Northern, 1987.

TITZE, I.R.; WINHOLTZ, W.S. Effect of microphone type and placement on voice perturbation measurements. **Journal of Speech and Hearing Research**, v.36, p.1177-1190, 1993.

TITZE, I.R. Toward standards in acoustic analysis of voice. **Journal of Voice**, v.8, n.1 p.1-7, 1994.

TITZE I.R. **Workshop on acoustic voice analysis**. Iowa National Center for Voice and Speech, 1995.

TOSI, O. Vibratory Motion. In: **Textbook of physics for audiologists and speech pathologists**. Lasing, Linko Copies, p.188-208, 1979.

TUMA, J. *et al.* Vestibular folds configuration in vocal nodule. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v.7, n.5, p.576-581, 2005.

VALLANCIEN B. Disfonia funcional da infância. In: LAUNAY C & BORELMAISONNY S. **Distúrbios da Linguagem, da Fala e da Voz na Infância**. São Paulo: Roca; 1986. p. 340-61.

VANZELLA, Thais Peres. **Normatização dos Parâmetros Acústicos vocais em crianças em idade Escolar**. São Carlos, SP, 2006. Tese de Mestrado. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Instituto de Química de São Carlos. Universidade de São Paulo, 2006.

VARGAS, A.C; COSTA, A.G.; HANAYAMA, E.M. Perfil de extensão vocal em indivíduos falantes normais do português brasileiro. **Revista CEFAC**. v.7, n.1, p.108-16, 2005.

VON LEDEN, H.; TIMKE, A.; MOORE, P. Laryngeal vibrations: measurements of the glottic wave. Part I. The normal vibration cycle. **Arch. Otolaryngol.**, v.6,n.8,p.1-19, 1958

VON LEDEN, H. A cultural history of the larynx and voice. In SATALLOF R.T (Ed): **Professional Voice the science and Art of Clinical Care**.2nd ed.San Diego: Singular, 1997, p.7-86.

WEINBERG,B ; BENNETT,S. Speaker sex recognition of 5 and 6 year old old children's voices. **J.Acoust. Soc. Am.**,v.50, p.1210-1213, 1971.

WILSON, K. Children's voice problems. In: **Voice problems of children**. Maryland, Williams e Wilkins,1987,p.2-15.

WILSON, K. **Problemas de voz em crianças**. Ed.Manole, 4.ed.São Paulo,1994.384p.

XIMENES FILHO, J. *et al*. Correlation between height and vocal folds dimensions. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**,São Paulo,v.69, n.3,p.659-664, 2003.

YU, P. *et al*. Objective voice analysis for dysphonic patients: a multiparametric protocol including acoustic and aerodynamic measurements. **Journal of Voice**. v.15, n.4. p.529-542, 2001.

YU, P. *et al*. Correlation of instrumental voice evaluation with perceptual voice analysis using a modified visual analog scale. **Folia Phoniatica et Logopaedica**, v.81, p.54-271, 2002.



## Apêndice 1

### FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO DA CRIANÇA

Nome: \_\_\_\_\_

Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino

Data de Nascimento: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ IC: \_\_\_\_anos \_\_\_\_meses

Série: \_\_\_\_\_

Mora em Belo Horizonte: ( ) sim ( ) não

( ) menos de 5 anos

( ) mais de 5 anos

Local de nascimento: \_\_\_\_\_

A criança apresenta ou já apresentou alguma alteração na voz?

( ) sim ( ) não

Descreva - a \_\_\_\_\_

A criança fica rouca frequentemente? ( ) sim ( ) não

A criança apresenta distúrbio auditivo? ( ) sim ( ) não

Apresenta freqüentemente:

( ) laringite ( ) bronquite ( ) rinite

( ) sinusite ( ) asma ( ) otite

( ) faringite ( ) amigdalite ( ) outros \_\_\_\_\_

A criança está resfriada ou gripada? ( ) sim ( ) não

Ass. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## Apêndice 2

### Gravação

1- Falar o nome completo

2- Idade

3- Falar :

E \_\_\_\_\_

E \_\_\_\_\_

E \_\_\_\_\_

4- Contar de 0 a 10

## Apêndice 3

### **CARTA PARA OBTENÇÃO DO CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Caros Pais,

Eu, Júnia Novaes Braga portadora do CPF 027 072 456-74, RG M-5 431 287, estabelecida na Rua Correias, 365/600 na cidade de Belo Horizonte do Estado de Minas Gerais cujo telefone de contato é (31) 3284-2445, vou desenvolver uma pesquisa cujo é "FREQUÊNCIA FUNDAMENTAL DE 100 CRIANÇAS DE 6 A 8 ANOS DE BELO HORIZONTE".

Este estudo tem como objetivo determinar a Frequência fundamental ( $F_0$ ) da voz de meninos e meninas da cidade de Belo Horizonte, na faixa etária de 6 a 8 anos, considerando que nesta idade não há diferença significativa na altura tonal da voz infantil. Também objetiva incentivar a realização de novos estudos com crianças de outros estados do Brasil para fins de comparação e, concomitantemente, poder estabelecer parâmetros de  $F_0$  para crianças brasileiras. Necessito que os Srs autorizem a avaliação que consta de: histórico pessoal, análise acústica computadorizada, avaliação perceptivo-auditiva. Além disso, sua participação é importante para o aumento do conhecimento científico em abordagens de parâmetros acústicos da voz. Com relação ao procedimento em questão, não existe melhor forma de obter.

Informo que a Srs. têm garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas. Se tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Veiga de Almeida (UVA), situado no Rio de Janeiro

na Rua Ibituruna 108, casa 3 - Bairro Tijuca, telefone (21) 32343024 e comunique-se com a Profa. Dra. Mônica Medeiros de Britto Pereira.

Também é garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo. Garanto que as informações obtidas serão analisadas em conjunto com outras pessoas, não sendo divulgada a identificação de nenhum dos participantes.

Os Srs. têm o direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas e, caso seja solicitado, darei todas as informações que solicitar. Não existirão despesas ou compensações pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Eu me comprometo a utilizar os dados coletados somente para pesquisa, e os resultados serão veiculados através de artigos científicos, em revistas especializadas e/ou em encontros científicos e congressos, sem nunca tomar possível a sua identificação.

Abaixo, está o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, para ser assinado caso não tenha ficado qualquer dúvida.

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito do estudo **“FREQUÊNCIA FUNDAMENTALDE 100 CRIANÇAS DE 6 A 8 ANOS DE BELO HORIZONTE”**. Ficaram claros para mim quais são os propósitos da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Ficou claro, também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso aos resultados e de esclarecer minhas dúvidas a qualquer tempo. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

\_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Informante

Nome:

Endereço:

RG.

Fone: ( )

\_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
Júnia Novaes Braga  
Pesquisadora

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)