

# DIFERENÇAS ENTRE PARÂMETROS VOCAIS EM CRIANÇAS USUÁRIAS DE IMPLANTE COCLEAR E EM CRIANÇAS USUÁRIAS DE APARELHO DE AMPLIFICAÇÃO SONORA INDIVIDUAL

*Differences between vocal parameters of cochlear implanted children  
and children who use individual sound amplification device*

Lourdes Bernadete Rocha de Souza <sup>(1)</sup>

## RESUMO

**Objetivo:** realizar um estudo comparativo entre os parâmetros vocais frequência fundamental, frequência do primeiro formante e frequência do segundo formante da voz de crianças usuárias de implante coclear, da voz de crianças usuárias de aparelho de amplificação sonora individual e da voz de crianças ouvintes normais. **Método:** a amostra foi composta por 18 crianças (12 meninas e 6 meninos), numa faixa etária entre 5 e 7 anos (média de idade 6,3 anos). A gravação das amostras foi realizada no laboratório de voz da Clínica de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Natal. A análise acústica foi realizada utilizando-se o programa PRAAT. Os parâmetros analisados foram frequência fundamental e frequência do segundo formante da emissão da vocal [a] sustentada e frequência dos primeiro e segundo formante da vogal [a] das sílabas [ka] e [pa]. **Resultados:** com exceção do primeiro formante da vogal [a] da sílaba [pa] que apresentou diferença estatisticamente significativa entre os valores dos grupos de usuários de implante coclear e do grupo de ouvintes normais, os demais parâmetros apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os três grupos. **Conclusão:** as crianças usuárias de implante coclear apresentaram valores acústicos próximos aos apresentados pelas crianças ouvintes normais, sendo esses valores mais adequados do que os apresentados pelas crianças usuárias de aparelho de amplificação sonora individual.

**DESCRIPTORIOS:** Voz; Implante Coclear; Fala; Criança

## ■ INTRODUÇÃO

A audição normal fornece *feedback* adequado para o controle da voz e da fala. Crianças dependem do *feedback* fornecido pela audição para controlar a duração, a frequência fundamental ( $f_0$ ) e os formantes na produção das vogais. Nos indivíduos com deficiência da audição severa e profunda, há o aumento da média de  $f_0$  em decorrência da ausência de *feedback* auditivo <sup>1,2</sup>.

A produção da voz e da fala envolvem inúmeros processos de regulação. A estabilização desses processos tem seu início na infância e requer informações motoras dos caminhos para a articulação e informações sensoriais.

A informação sensorial é obtida por meio do *feedback* auditivo, que também interfere na correção e no aprimoramento do controle muscular dos órgãos envolvidos na produção vocal <sup>3</sup>.

Devido a falta do *feedback* cinestésico apresentado por essas crianças,

as vogais tendem a ser produzidas com menor distinção. Esta falta de distinção é revelada acusticamente, dentre outros aspectos, pelo aumento da frequência do primeiro formante (F1) e decréscimo da frequência do segundo formante (F2) <sup>4</sup>.

<sup>(1)</sup> Fonoaudióloga; Professor Adjunto III do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal, RN, Brasil; Pós doutora em Fonoaudiologia pela USP-Bauru.

Conflito de interesses: inexistente

Existem características comprometidas em relação aos aspectos vocais encontrados em crianças com déficit na audição. A ressonância pode apresentar nasalidade, pois a língua geralmente apresenta-se posteriorizada devido a tensão da laringe, interferindo na qualidade da ressonância. O pobre monitoramento da fala resulta em alteração da  $f_0$  da intensidade e da duração da voz<sup>5</sup>.

Nos últimos anos a tecnologia tornou possível aos surdos entrarem no mundo sonoro e melhorar sua competência comunicativa por meio do Implante Coclear, que estimula eletricamente o nervo auditivo melhorando o *feedback* auditivo nesses indivíduos. Os sistemas de Implante Coclear têm se tornado cada vez mais bem sucedidos em fornecer habilidades básicas para reconhecimento dos sons da fala.

Estudo realizado por Seifert *et al*<sup>5</sup> investigou a  $f_0$  da vogal [a] sustentada realizada por 20 crianças com surdez pré-lingual, implantadas antes e após 4 anos de idade. Os resultados demonstraram que as crianças implantadas antes de 4 anos apresentaram melhora no controle da voz mais rapidamente do que as crianças implantadas mais tarde e melhor controle acústico sobre sua fala, possibilitando graus normalizados de  $f_0$ , bem como melhores habilidades articulatórias.

Dehqan e Scherer<sup>2</sup> compararam a voz de um grupo de crianças com perda auditiva profunda usuárias de AASI e um grupo de crianças ouvintes normais, por meio da análise da vogal [a] sustentada. Os resultados mostraram que as crianças com perda auditiva profunda apresentaram aumento da frequência fundamental em relação ao grupo das crianças com audição normal.

É citado na literatura que alguns parâmetros da voz das crianças com surdez diferem de maneira considerável dos parâmetros da voz de crianças ouvintes. Por outro lado, existem dados na literatura argumentando que a voz das crianças usuárias de implante coclear, após o adequado *feedback* auditivo, apresenta as características acústicas próximas da normalidade<sup>6,7</sup>.

Diante desses argumentos, objetivou-se a realização desse estudo comparativo entre os parâmetros vocais  $f_0$ , F1 e F2 da voz de crianças usuárias de implante coclear, da voz de crianças usuárias de aparelho de amplificação sonora individual (AASI) e da voz de crianças ouvintes normais, por meio da análise acústica da vogal [a] sustentada e das sílabas [ka] e [pa], pois hipotetiza-se que as crianças usuárias de implante coclear, por apresentarem melhor *feedback* que as crianças usuárias de AASI, podem apresentar os valores dos parâmetros de  $f_0$  e dos formantes próximos aos

valores dos parâmetros vocais de crianças ouvintes normais.

## ■ MÉTODO

Tratou-se de um estudo transversal. A amostra foi composta por 18 crianças (12 meninas e 6 meninos), numa faixa etária entre 4 anos e 8 meses e 7 anos (média de idade 5,5 anos). A amostra foi dividida em três grupos, sendo um grupo composto de 06 crianças ouvintes normais (grupo ouvintes normais- GON), 06 crianças implantadas (grupo usuárias de Implante Coclear –GIC) e 06 crianças usuárias de AASI (grupo de usuárias de AASI-GAASI), de ambos os gêneros. As crianças implantadas desse estudo receberam o implante coclear antes da idade de 4 anos.

Para tanto, foram estabelecidos os seguintes critérios de inclusão e exclusão:

### Crianças usuárias de implante coclear

- crianças com perda auditiva neurosensorial congênita de grau severo e/ou profundo bilateral, ausência de comprometimentos de natureza intelectual ou emocional, participação em programa de (re) habilitação.

### Crianças usuárias de AASI

- crianças com perda auditiva neurosensorial congênita de grau severo e/ou profundo bilateral, ausência de comprometimentos de natureza intelectual ou emocional, participação da criança em programa de (re) habilitação.

### Crianças ouvintes normais

- crianças sem déficit auditivo, sem alteração vocal, ausência de comprometimentos de natureza intelectual ou emocional.

A gravação da amostra de fala foi realizada no laboratório de voz da Clínica de Fonoaudiologia Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em Natal, local com ruído ambiental menor que 50 dB e analisada por meio do software do programa PRAAT<sup>8</sup>, com taxa de amostragem de 20050Hz, 16 Bit, mono canal, instalado no *nobebook* CCE, processador I 3 e 3 GB. As amostras da vogal sustentada foram editadas sendo eliminado o início e o final de cada emissão. O procedimento para as gravações foi o mesmo para todos os participantes. As crianças estavam sentadas com o microfone posicionado a 10 cm dos lábios e foram solicitadas a produzirem uma vogal /a/ sustentada e as palavras macaco e papai.

Foi realizada a análise acústica da vogal [a] e das sílabas [ka] e [pa] das palavras macaco e papai, respectivamente. Os parâmetros analisados na emissão da vogal [a] sustentada e da vogal [a] das sílabas [ka] e [pa] foram a  $f_0$  frequência dos formantes F1 e F2 das sílabas e F2 da vogal sustentada. A escolha das palavras residuiu no fato de serem de fácil pronúncia pelas crianças e por apresentarem as sílabas [ka] e [pa], as quais correspondem ao oposto da configuração do trato vocal, na articulação dos fonemas posterior [k] e anterior [p].

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, sob o n° 444-10. Os pais das crianças

assinaram um termo de responsabilidade aceitando que seu filho participasse do estudo.

Os resultados das análises do grupo das crianças usuárias de implante coclear foram comparados com os resultados das crianças usuárias de AASI e com o grupo de crianças ouvintes normais.

Foi realizada a análise descritiva e os resultados dispostos em tabelas.

Para realizar a comparação entre os 3 grupos foi utilizada a análise de variância e o teste de Tukey, adotado o nível de significância de 5%.

## ■ RESULTADOS

Os dados foram tabulados e os resultados analisados comparando-se os valores obtidos entre os três grupos.

**Tabela 1 – Características demográficas das crianças de implante coclear**

Sujeito	Idade	Sexo	Causa da surdez	Idade da cirurgia do IC	Tempo de Uso do IC
01	5 anos 11 meses	M	Meningite	4 anos e 2 meses	1 ano e 9 meses
02	5 anos e 5 meses	F	Rubéola	2 anos 5 meses	3 anos
03	4 anos e 8 meses	M	Meningite	3 anos e 2 meses	1 ano e 6 meses
04	5 anos	F	Congenita	3 anos	2 anos
05	6 anos e 2 meses	F	Congenita	3 anos e 2 meses	3 anos
06	7 anos	M	Congenita	4 anos	3 anos

A Tabela 2 apresenta o resultado da análise descritiva dos parâmetros avaliados dos três grupos.

A Tabela 3 apresenta o resultado da análise de variância dos parâmetros analisados entre os três grupos.

A diferença entre os valores da variável F1 da vogal [a] da sílaba [pa] foi o único resultado em que os grupos GIC e GON apresentaram valor estatisticamente significativo.

Os demais parâmetros analisados apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os 3 grupos GIC  $\neq$  GASSI e GON  $\neq$  GASSI.

**Tabela 2 – Demonstra o resultado da análise descritiva dos dados objetivos pelos 3 grupos**

<b>Usuário de Implante coclear (GIC)</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
f <sub>0</sub> [a]	6	268	269	13,90	251	287
F2 [a]	6	1.892	1.879	106,99	1.733	2.049
F1 [ka]	6	1.268	1.268	12,95	1.255	1.285
F2 [ka]	6	1.789	1.787	72,15	1.678	1.879
F1[pa]	6	1.159	1.114	253,71	899	1.618
F2 [pa]	6	2.031	1.999	124,36	1.882	2.211
<b>Usuário de ASSI (GAASI)</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
f <sub>0</sub> [a]	6	287	285	13,07	272	303
F2 [a]	6	1.565	1.560	121,89	1.410	1.749
F1 [ka]	6	1.142	1.171	76,17	1.210	1.410
F2 [ka]	6	1.565	1.591	181,13	1.280	1.781
F1 [pa]	6	1.246	1236	34,82	1.210	1.291
F2 [pa]	6	1.577	1.617	251,14	1.147	1.861
<b>Ouvinte Normal (GON)</b>	<b>n</b>	<b>Média</b>	<b>Mediana</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
f <sub>0</sub> [a]	6	252	252,50	5,27	246	259
F2 [a]	6	1.741	1.753	75,01	1.897	2.099
F1 [ka]	6	1.225	1.221	60,29	1.156	1.320
F2[ka]	6	1.959	1.944	131,04	1.512	1.320
F1[pa]	6	1.691	1.720	151,79	1.487	1.876
F2 [pa]	6	2.107	2.090	86,41	2.011	2.230

**Tabela 3 – Demonstra o resultado da análise de variância e teste Tukey**

	<b>Análise de variância (p)</b>	<b>Teste de Tukey (comparações múltiplas- p&lt;0,05)</b>
f <sub>0</sub> [a]	<0,001*	GIC ≠ GAASI; GON ≠ GAASI
F2 [a]	<0,001*	GIC ≠ GAASI; GON ≠ GAASI
F1 [ka]	0,005*	GIC ≠ GAASI
F2 [ka]	0,001*	GIC ≠ GAASI; GON ≠ GAASI
F1[pa]	<0,001*	GIC ≠ GON; GON ≠ GAASI
F2 [pa]	<0,001*	GIC ≠ GAASI; GON ≠ GAASI

GCI – grupo usuário de Implante Coclear, GAASI – grupo usuário de AASI, GON – grupo de ouvintes normais

## ■ DISCUSSÃO

Neste estudo realizou-se a comparação entre os parâmetros vocais f<sub>0</sub>, F1 e F2 da voz de crianças usuárias de implante coclear, da voz de crianças usuárias de AASI e de crianças ouvinte normais por meio da análise acústica da vogal [a] sustentada e das sílabas [ka] e [pa].

O uso da vogal /a/ sustentada para análise da voz promove importante vantagem sobre outras tarefas de avaliação, tais como frases e textos, pois esta vogal é de fácil produção para crianças pequenas. Apresenta a f<sub>0</sub> mais baixa e F1 mais agudo, o que proporciona uma análise mais acurada(LPC)<sup>7</sup>.

Na análise dos parâmetros acústicos demonstrados na tabela 2, o valor da média da f<sub>0</sub> da vogal /a/ na emissão sustentada do GAASI, foi mais alta

(287Hz) se comparado ao GIC, apresentando este grupo os valores mais próximos dos valores obtidos pelo GON, (252Hz). O valor mais elevado de  $f_0$  do GAASI pode ser atribuído a falta do *feedback* auditivo, ao pobre controle laríngeo envolvendo elevação da laringe, inabilidade no controle da tensão das pregas vocais e da pressão sub-glótica<sup>2</sup>.

Acredita-se que os valores da  $f_0$  do GIC mais próximo do GON e a diferença estatisticamente significativa em relação ao GAASI (tabela 3) estejam relacionados ao ganho do controle da audição (*feedback* auditivo) e, conseqüentemente, maior domínio dos ajustes motores realizado pelo GIC desse estudo, como também pelas habilidades neuromusculares implicadas na fonação e na maturidade desses controles<sup>9</sup>.

A frequência do segundo formante F2 está relacionada ao deslocamento ântero-posterior da língua. O valor de F2 maior indica anteriorização da postura da língua, enquanto que o valor de F2 menor indica posteriorização da língua<sup>10</sup>. Ao analisar os valores de F2 da vogal /a/ sustentada, observou-se um aumento desse valor no GIC se comparado ao GAASI, demonstrando com estes valores a presença de constrição faríngea e posteriorização da língua no GAASI, indicando menor valor de F2.

O valor maior de F2 no GIC demonstrou, nesse grupo, um melhor controle de ajuste do trato vocal, concordando com Garcia<sup>9</sup>, quando argumenta que essas mudanças articulatórias estão relacionadas não só ao *feedback* auditivo, como também a adaptação das habilidades neuromusculares implicadas na fonação.

Durante a fala encadeada os parâmetros F1 e F2 das sílabas [ka] e [pa] demonstraram que o GIC apresentou maior estabilidade com valores mais próximos do GON. Hocevar-Boltezar *et al*<sup>11</sup> argumentam que crianças com surdez pré-lingual que receberam o implante coclear até os 4 anos de idade podem apresentar melhora na fala entre 6 a 10 meses após o uso deste dispositivo.

No entanto, ao comparar a frequência do formante F1 da vogal [a] na sílaba [pa] da palavra papai, houve diferença entre os grupos GIC e GON (tabela 3). Esta foi a única variável em que

as crianças usuárias de IC apresentaram divergência com relação às crianças ouvintes normais. Acredita-se que esta diferença esteja relacionada à diminuição da abertura da boca das crianças do GIC, o que favoreceu decréscimo da frequência do primeiro formante F1, demonstrando que a qualidade de uma vogal pode ser descrita do ponto de vista perceptivo por meio da transcrição fonética, ou do ponto de vista da análise acústica, por meio da frequência dos seus formantes<sup>8</sup>.

Observa-se, de acordo com os resultados, que as crianças do GIC apresentaram melhores resultados nos demais parâmetros analisados que as crianças do GAASI, se comparado ao GON. As crianças pertencentes ao GAASI apresentaram média dos valores de F2 da vogal [a] menor que as médias dos valores apresentados pelos sujeitos do GIC na articulação das palavras (macaco e papai). As crianças usuárias de AASI, pela falta do *feedback* auditivo adequado, geralmente apresentam constrição faríngea e o dorso da língua mais posteriorizado, o que contribui para um aumento do espaço da cavidade oral anterior, reduzindo os valores de F2.

A análise acústica desse estudo colaborou para a compreensão dos ajustes motores desenvolvidos pelo GAASI e pelo GIC, demonstrando que os usuários de implante coclear ao serem beneficiados pelo *feedback* auditivo, tiveram a oportunidade de coordenar melhor os ajustes articulatórios, revelando melhor controle no mecanismo fonte e filtro.

## ■ CONCLUSÃO

Embora o Implante Coclear não restaure a experiência da percepção do som da mesma maneira em que é percebida pelo ouvinte normal, fornece ao usuário um melhor *feedback* auditivo oportunizando sua competência comunicativa.

Concluí-se que as crianças desse estudo, usuárias de implante coclear, apresentaram valores de parâmetros acústicos próximos dos valores obtidos pelas crianças ouvintes normais, sendo esses valores mais adequados que os valores apresentados pelas crianças usuárias de AASI.

**ABSTRACT**

**Purpose:** to conduct a comparative study of the vocal parameters in the fundamental frequency, first formant and second formant of the voice of children with cochlear implants, the voice of children using personal sound amplification device and normal hearing children. **Method:** the sample of 18 children (12 girls and 6 boys) aged from 5 to 7 years old (average age 6,3 years). The recording of the samples was performed in the voice laboratory at the speech pathology clinic of the University of Rio Grande do Norte, Natal, using the PRAAT software. The analyzed parameters were fundamental frequency and second formant frequency of sustained vowel [a] emission and of first formant and second formant frequencies of vowel [a], for syllables [ka] and [pa]. **Results:** except for the first formant of the vowel [a] of the syllable [pa] that showed a statistically significant difference among cochlear implant users and normal hearing groups, the other parameters showed statistically significant difference among the three groups. **Conclusion:** children users of cochlear implants present acoustic values close to those of normal hearing children, these values being more adequate than those presented by the children using individual sound amplification devices.

**KEYWORDS:** Voice; Cochlear Implantation; Speech; Child

**REFERÊNCIAS**

1. Lejska M. Voice field measurements – a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *J Voice*.2004;18(2):209-15.
2. Dehqan A, Scherer RC. objective voice analysis of boys with profound hearing loss. *J Voice*. 2011; 25(2):61-5.
3. Poissant SF, Kimberly A, Peters K, Robb MP. Acoustic and perceptual praisal of speech production in pediatric cochlear implant users. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*.2006;70(7):1195-203.
4. Mahmoudi Z, Rahati S, Ghasemi MM, Asadpour V, Tayanari H, Rajati M. Classification of voice disorder in children with cochlear implantation and hearing aid using multiple classifier fusion. 2011. Disponível em:<http://www.biomedical-engineering-online.com/content/10/1/3>. Acesso em 15 de mai.2011
5. Seifert E, Oswald A, Bruns AU, Vischer MB, Kompis B, Haeusler R. Changes of voice and articulation in children with cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2002.66(2):115-23.
6. Campisi P, Low A; Papsin MDR, Mount MLT, Cohen-Kerem R, Harrison R. Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study. *The Laryngoscope*.2005.115:1046-50.
7. Baudonck N, D’Haeseleer E, Dhooge I, Van Lierde K. objective vocal quality in children using cochlear implants: a multiparameter approach. *J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2010: 1310-5.
8. PRAAT .Programa computadorizado gratuito de análise-acústica fala. Disponível em: <http://www.praat.org>. Acesso em 22 de jun.2006.
9. Garcia JV, Vila Rovira JM, Sanvicen LG. The influence of the auditory prosthesis type on deaf children’s voice quality. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*.2010. 74: 843-8.
10. Cukier S, Camargo Z. abordagem da qualidade vocal em um falante com deficiência auditiva: aspectos acústicos relevantes no sinal de fala. *Revista CEFAC*.2005;7(1):93-101.
11. Hocevar-Boltezar I, Zora Radsel, Jagoda Vatovec, Branka Geczy, Smilja Cernelc, Anton Groset, et al. change of phonation control after cochlear implantation. *Otol Neurotol* 2006;27(4):499-503.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462013005000027>

Recebido em: 11/10/2011

Aceito em: 16/04/2012

Endereço para correspondência:

Lourdes Bernadete Rocha de Souza

Avenida Bernardo Vieira, 4312 – apto. 302

Lagoa Nova – Natal-RN

CEP: 59056-045

E-mail: [hls@digizap.com.br](mailto:hls@digizap.com.br)