

A voz do deficiente auditivo: revisão bibliográfica

The voice of the hearing impaired: a literature review

La voz del deficiente auditivo: revisión bibliográfica

Eliana Maria Gradim Fabron*

Yasmin Sakimoto Garcia*

Eliane Maria Carrit Delgado-Pinheiro*

Resumo

Introdução A deficiência auditiva pode afetar os aspectos relacionados à voz, devido a alterações no controle vocal ocasionado pelo feedback auditivo reduzido ou ausente. **Objetivo** Apresentar uma revisão bibliográfica sobre a voz do deficiente auditivo, ao longo dos últimos 12 anos. **Método** O levantamento bibliográfico foi realizado em artigos disponíveis nas bases de dados Lilacs, Scielo e Pubmed/Medline, com as seguintes palavras-chave: voz, deficiência auditiva, qualidade vocal, surdez, auxiliares de audição e implante coclear, e as palavras respectivas da língua inglesa, durante o período de 2003 a 2015. **Resultados** Os termos foram utilizados de forma cruzada, sendo registrados 829 artigos. Desse total, 157 artigos eram pertinentes ao estudo. Pelos critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 26 artigos. Destes selecionados para a presente revisão, 13 abordam o tema implante coclear; sete tratam do uso de implante coclear e do aparelho de amplificação sonora individual (AASI), no mesmo estudo; quatro se referem exclusivamente ao tema AASI e dois apresentam dados sobre participantes deficientes auditivos sem dispositivo eletrônico. **Conclusão** Os resultados demonstram a prevalência de estudos associados à qualidade vocal de usuários de implante coclear, enfatizando diferentes aspectos, como início da perda auditiva, o tempo de privação sensorial e a abordagem de reabilitação, entre outros, como importantes fatores para o desenvolvimento do feedback acústico necessário para o monitoramento da voz. Destacam também os resultados satisfatórios obtidos por usuários de implante coclear, quanto aos aspectos vocais.

Palavras-chave: Implante Coclear; Auxiliares de Audição; Perda Auditiva; Qualidade Vocal

* Universidade Estadual Paulista - UNESP - Marília – SP – Brasil

Contribuição dos autores: EMGF Participação na concepção, no desenho do trabalho científico, na aquisição, interpretação e análise dos dados, bem como na redação e revisão crítica do trabalho. YSG Participação na aquisição, interpretação e análise dos dados, bem como na redação do trabalho. EMCDP Participação na interpretação e análise dos dados, bem como na redação e revisão crítica do trabalho.

E-mail para correspondência: Eliana Maria Gradim Fabron - elianaf@marilia.unesp.br

Recebido: 12/05/2016

Aprovado: 07/11/2016

Abstract

Introduction Hearing loss can affect aspects related to voice, due to changes in vocal control caused by reduced or absent auditory feedback. **Objective:** To present a review on the voice of the hearing impaired over the last 12 years. **Methods** The literature was conducted on articles available at the Lilacs, Scielo and Pubmed / Medline databases with the following keywords: voice, hearing impairment, voice quality, deafness, hearing aids and cochlear implants, and words in the English language during the period from 2003 to 2015. **Results** the terms used in the study were crosswise and present in 829 articles. From this total, 157 articles were relevant to the study. By the inclusion and exclusion criteria, 26 articles were selected. From the ones selected for this review, 13 address the cochlear implant issue; seven deal with the use of cochlear implant and the hearing aid (HA) in the same study; four refer exclusively to the topic and two showed data on hearing impaired participants without electronic device. **Conclusion** The results show the prevalence of studies associated with the vocal quality of cochlear implant users, emphasizing different aspects, such as onset of hearing loss, the time of sensory deprivation and rehabilitation approach, among others, as important factors for the development of acoustic feedback necessary for monitoring voice. They also emphasize the good results obtained by cochlear implant users, in regards to the vocal aspects.

Keywords: Cochlear Implantation; Hearing Aids; Hearing Loss; Voice Quality

Resumen

Introducción: La deficiencia auditiva puede afectar a los aspectos relacionados a la voz, debido a alteraciones en el control vocal ocasionado por el feedback auditivo reducido o ausente. **Objetivo:** Presentar una revisión bibliográfica sobre la voz del deficiente auditivo en los últimos 12 años. **Método:** El análisis bibliográfico fue realizado en artículos disponibles en las bases de datos Lilacs, Scielo y Pubmed/ Medline, con las siguientes palabras-clave: voz, deficiencia auditiva, calidad vocal, sordera, auxiliares de audición e implante coclear (IC), y las palabras respectivas de la lengua inglesa, durante el periodo de 2003 a 2015. **Resultados:** Los términos fueron utilizados de manera cruzada, siendo registrados 829 artículos. De ese total, 157 artículos eran pertinentes al estudio. Por los criterios de inclusión y exclusión fueron seleccionados 26 artículos. De estos seleccionados para la presente revisión, 13 abordan el tema implante coclear; siete tratan del uso de implante coclear y del aparato de amplificación sonora individual (AASI), en el mismo estudio; cuatro se refieren exclusivamente al tema AASI y dos presentan datos sobre participantes deficientes auditivos sin dispositivo electrónico. **Conclusión:** Los resultados demuestran la prevalencia de estudios asociados a la calidad vocal de usuarios de implante coclear, enfatizando diferentes aspectos, como inicio de la pérdida auditiva, el tiempo de privación sensorial y el abordaje de rehabilitación, entre otros, como importantes factores para el desarrollo del feedback acústico necesario para el monitoreo de la voz. Destacan también los resultados satisfactorios obtenidos por usuarios de implante coclear, con relación a los aspectos vocales.

Palabras clave: Implantación Coclear; Audifonos; Pérdida Auditiva; Calidad de la Voz

Introdução

A deficiência auditiva pode manifestar-se com perda total ou parcial da audição, a qual pode ter origem congênita ou adquirida, alterando a capacidade de compreender a fala em função da privação sensorial. Dessa forma, a presença da deficiência auditiva pode afetar o desenvolvimento da comunicação oral não só em sua parte receptiva,

mas também em sua parte expressiva, ou seja, nos aspectos relacionados à fala e voz¹.

Três processos estão envolvidos na fonação: a produção do som glótico pela vibração das pregas vocais, que reage à passagem do ar expiratório, a ressonância e a articulação do som que ocorre nos articuladores. As estruturas anatômicas e os processos fisiológicos envolvidos na fonação estão preservados nos deficientes auditivos. Contudo, a ausência ou redução do *feedback* acústico pode

ocasionar alterações na qualidade vocal do deficiente auditivo.

Indivíduos sem alterações auditivas apresentam *feedback* apropriado para o controle e o monitoramento da voz, considerando os parâmetros de duração, frequência fundamental (f_0) e os formantes necessários para a produção das vogais. Entretanto, indivíduos com alterações no sistema auditivo, principalmente nos casos em que a perda auditiva é classificada como severa e profunda, podem apresentar aumento da média de f_0 e não ouvir a própria voz em decorrência da ausência de *feedback* auditivo².

As características vocais podem variar de acordo com o grau da perda auditiva, o tipo de dispositivo eletrônico utilizado, a idade de adaptação do aparelho de amplificação sonora individual (AASI) ou ativação do implante coclear (IC), bem como dependendo do período em que a perda auditiva ocorreu, pré ou pós-lingual³.

São diversas as alterações que podem estar presentes na produção vocal do deficiente auditivo, sendo as principais: rouquidão, sopro, *pitch* elevado, monotonia, aspereza, tensão, ataque vocal brusco, variação excessiva da *loudness*, qualidade desagradável, cansaço vocal, padrão de respiração alterado, ausência de ritmo, potência diminuída, gama tonal reduzida, desequilíbrio ressonantal e ainda, fala ininteligível⁴. Além disso, a criança deficiente auditiva pode apresentar nasalidade, devido à posição da língua posteriorizada causada pela tensão laríngea, interferindo na qualidade da ressonância⁵.

Dispositivos eletrônicos, como o AASI e o IC, viabilizam o acesso aos sons de fala, permitindo, assim, o desenvolvimento da função auditiva, comunicação oral e melhorias no processo de produção da voz de indivíduos deficientes auditivos⁶. Estudos foram desenvolvidos com o objetivo de comparar as características vocais de crianças deficientes auditivas que fazem uso de AASI e IC^{7,8}.

Com o avanço tecnológico dos aparelhos de amplificação sonora individuais e o surgimento do implante coclear, foi observado que crianças e adolescentes deficientes auditivos podem ter uma produção equilibrada da voz, em razão do *feedback* auditivo fornecido por esses dispositivos eletrônicos^{1,4}.

Os aspectos ligados à qualidade vocal de indivíduos com deficiência auditiva têm sido de grande interesse para fonoaudiólogos que atuam

nas áreas de voz e audiologia educacional. A pesquisa bibliográfica possibilita buscar na literatura científica estudos que apontam as modificações do padrão vocal do deficiente auditivo, ao longo dos anos, com o avanço tecnológico.

O objetivo deste estudo foi realizar uma pesquisa bibliográfica sobre a voz do deficiente auditivo, ao longo dos últimos 12 anos.

Método

Foi efetuada pesquisa bibliográfica sobre a voz do deficiente auditivo em artigos de revistas especializadas, nacionais e internacionais, disponíveis nas bases de dados referentes ao período entre 2003 e 2015. Foram incorporados os estudos que atenderam aos critérios estabelecidos.

Critérios de Busca

- Base de dados

A busca dos artigos foi realizada em revistas especializadas, nacionais e internacionais, nas bases de dados *Lilacs*, *Scielo* e *Pubmed/Medline*. A pesquisa foi feita em etapas, sendo que a primeira foi o levantamento de artigos, nas referidas bases de dados, de forma específica em cada base.

- Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão dos artigos foram: trabalhos que abordassem a voz do deficiente auditivo, com perda pré ou pós-lingual, trabalhos com indivíduos usuários de Aparelho de Amplificação Sonora Individual (AASI) ou Implante Coclear (IC) e artigos escritos em português e inglês. Os critérios de exclusão foram: trabalhos que estivessem associados à perda auditiva nos idosos, aspectos exclusivamente de fala e síndromes e artigos de revisão bibliográfica.

- Descritores e seleção dos artigos

As palavras-chave escolhidas para levantamento dos artigos foram determinadas a partir de uma busca nos Descritores em Ciências da Saúde-DeCS. Foram selecionadas as seguintes palavras-chave: voz, qualidade vocal, deficiência auditiva, surdez, implante coclear e auxiliares de audição e seus correspondentes na língua inglesa: *voice*, *voice quality*, *hearing loss*, *deafness*, *cochlear implant*, and *hearing aids*, respectivamente.

As palavras-chave foram organizadas, combinando-se uma palavra-chave da área de voz com

outra da área da audição, como, por exemplo: voz x deficiência auditiva; voz x surdez; voz x implante coclear; voz x auxiliares de audição; qualidade vocal x deficiência auditiva; qualidade vocal x surdez; qualidade vocal x implante coclear e qualidade vocal x auxiliares de audição e seus respectivos da língua inglesa. Nessa fase, dois pesquisadores analisaram os resumos de cada um dos artigos, para verificar se havia relação com tema de interesse.

Para a organização dos dados, foi contado o número de artigos que resultaram de cada termo cruzado. Foram mensurados os artigos que se repetiram em relação à busca anterior e quais artigos novos estavam relacionados ao presente estudo.

- Classificação dos artigos

Após a seleção e a inclusão dos artigos, foi possível delimitar os temas nos quais os mesmos seriam classificados para a análise final, a saber:

a) implante coclear: nessa categoria, foram agrupados todos os trabalhos que descreviam qualquer tipo de IC, com ou sem especificações (modelo, processador de fala e estratégias de processamento);

b) AASI: foram agrupados os estudos com usuários de AASI;

c) IC e AASI: foram agrupados os estudos com usuários de IC e AASI;

d) outros estudos, nos quais foram agrupados artigos de indivíduos com deficiência auditiva, sem especificação do tipo de dispositivo eletrônico.

Terminada a classificação, os dados foram organizados, considerando-se a data de publicação, os autores, a casuística, os objetivos e os resultados.

Resultados

A partir da busca realizada nas bases de dados *Scielo*, *Lilacs* e *Pubmed/Medline*, foram encontrados 829 artigos. Do total de artigos, 45 foram detectados na base de dados *Scielo*, 39 na base de dados *Lilacs* e 745 na *Pubmed/Medline*. Desse total, procedeu-se à leitura dos resumos e selecionados 157 artigos pertinentes ao presente

estudo. Foram descartados nove artigos, por não contemplarem os critérios de inclusão, e 25 artigos, pela falta de disponibilidade dos textos completos, resultando em 123 artigos. Destaca-se que 97 artigos se repetiram entre as bases de dados.

Após a análise dos artigos, foram selecionados 26 textos pertinentes ao tema abordado neste estudo. Dos 26 artigos selecionados para a presente revisão, 13 abordam o tema Implante Coclear, sete tratam do uso de Implante Coclear e AASI no mesmo estudo, quatro se referem exclusivamente ao tema AASI e dois apresentam dados sobre participantes deficientes auditivos sem dispositivo eletrônico.

Alguns artigos exibem resultados de análises da qualidade vocal e de recursos prosódicos usados na fala do deficiente auditivo. Entretanto, neste trabalho, discutiremos apenas os resultados referentes à qualidade vocal.

No Quadro 1, são apresentados os artigos que abordaram a voz do usuário de implante coclear. Pode-se observar que, nessa modalidade, 4 artigos não especificaram o tipo de IC, enquanto 9 especificaram o modelo (Quadro 1).

O Quadro 2 é referente a estudos cujo tema estava relacionado à voz de usuários de AASI, tanto bilateral como unilateral, no entanto, tais trabalhos não especificaram o modelo do aparelho (Quadro 2).

No Quadro 3, foram organizados trabalhos que estudaram a qualidade vocal em usuários de AASI e IC, fazendo comparações entre si ou, ainda, comparando os resultados do estudo com os de indivíduos de audição normal. Dentre eles, três não fazem especificação do implante e do AASI empregado, um artigo especifica o tipo de AASI, mas não o de IC, outro identifica o tipo de IC, mas não o de AASI, ao passo que os dois últimos especificam os modelos de IC e o tipo de reabilitação com o AASI (Quadro 3).

No Quadro 4, foram reunidos os estudos nos quais não haviam especificações de utilização de AASI ou IC (Quadro 4).

Quadro 1. Trabalhos que abordam a utilização de implante coclear

Implante Coclear	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
IC - Não especificado (n=4)	2014	Hsu, Fang, Lee, Tsou, Chen, Wu ⁹	Trinta e cinco crianças com deficiência auditiva pré-lingual, usuárias de IC, foram recrutadas do centro de implante coclear de Chang Gung Memorial Hospital (17 do sexo masculino e 18 do feminino, com idade entre 8,0 e 12,3 anos). Todas elas receberam implantes entre as idades de 1,4 e 6,7 anos e eram usuárias de IC por mais de 2 anos.	Comparar as diferenças na qualidade vocal entre crianças deficientes auditivas usuárias de IC falantes do mandarim e seus pares com audição normal. Além disso, entender quais parâmetros de utilização do implante coclear podem prever os resultados desfavoráveis para a voz.	Neste estudo observou-se que a reabilitação pós-operatória inadequada pode dificultar a normalização da qualidade de voz de pacientes com implante. Uma análise multidimensional pode avaliar com precisão a voz de crianças implantadas. Os autores chamam a atenção para a necessidade da realização de diferentes formas de validação desse tipo de análise, incluindo dados de outras línguas e outras instituições.
	2012	Souza, Bevilacqua, Brasolotto Coelho ¹⁰	36 crianças com perda auditiva bilateral, de grau severo a profundo, sensorineural de 3a e 3m até 5a e 9m, e 25 crianças com audição normal, com idade entre 3a e 11m e 6a e 6m.	Comparar parâmetros perceptuais e acústicos de aspectos vocais de crianças usuárias de IC com os de crianças de audição normal.	Os dados mostraram que os parâmetros vocais analisados nas vozes de crianças com IC são, na maioria, semelhantes aos parâmetros de crianças com audição normal.
	2011	Ubrig, Goffi-Gomez, Weber, Menezes, Nemr, Tsuji e Tsuji ¹¹	Grupo Experimental (GE) composto por 20 pessoas do sexo masculino (de 27 a 60 anos) e 20 pessoas do sexo feminino (de 23 a 60 anos) com perda auditiva pós-lingual que receberam IC. Grupo Controle (GC), com as mesmas características do GE composto por 6 pessoas do sexo masculino (de 21 a 52 anos) e 6 pessoas do sexo feminino (de 31 a 56 anos) os quais encontravam-se em processo de avaliação para o IC.	Verificar se o IC, sem reabilitação vocal específica, está associado com mudanças nos parâmetros vocais perceptivos e acústicos em adultos com surdez severa a profunda pós-lingual.	No GE foi observada na avaliação perceptivo-auditiva, uma redução significativa no grau geral de alteração vocal, na tensão, na <i>loudness</i> e na instabilidade, após 6 a 9 meses de uso do IC. Na análise acústica vocal, verificou-se redução significativa da f_0 em participantes do sexo masculino e melhora de variação da f_0 em ambos os sexos. No GC não foi observada a mesma melhora na qualidade vocal quando foram comparadas as medidas entre a primeira e a segunda avaliação.
	2010	Holler, Campisi, Allegro, Chadha, Harrison, Papsin, Gordon ¹²	27 crianças (17 meninos e 10 meninas) com idade entre 3 e 15 anos, usuárias de IC bilateral, com tempo de implantação variando de 0,3 a 9,8 anos, sendo que o uso do segundo implante foi em média de 1,3 anos.	Analisar medidas acústicas de voz em crianças com implante coclear bilateral e compará-las com dados normativos da literatura, bem como determinar se essas medidas acústicas foram influenciadas pelo tempo de uso do implante e pela idade de implantação.	As crianças com IC bilateral apresentaram resultados de análise de parâmetros acústicos variados, mas, no geral, com alterações. Entretanto, o controle vocal melhorou com o maior tempo de experiência auditiva, e houve relação positiva entre o <i>pitch</i> e o tempo de exposição ao som.

Implante Coclear	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
IC multicanal (n=1)	2006	Lenden, Flipsen Jr ¹³	6 crianças (5 meninas e 1 menino) com perda auditiva pré-lingual de grau severo a profundo usuárias de IC.	Analisar prosódia e características vocais de crianças com IC.	As crianças apresentaram dificuldades quanto à tensão vocal, ressonância, a velocidade de fala, intensidade e qualidade de laringea, mas não houve dificuldade com <i>phrasing</i> e o <i>pitch</i> . Os achados sugerem que a prosódia e as características vocais da fala espontânea de crianças com IC têm menores alterações que aquelas descritas historicamente sobre as crianças com deficiência auditiva profunda.
IC Multicanal Nucleus 24 -16 crianças Med El C40+ - 13 crianças e Nucleus 24 -2 adultos e Med El C40+ - 9 adultos (n=1)	2006	Hocevar-Boltezar, Radsel, Vatovec, Geczy Cernelc, Gros, Zupancic, Battelino, Lavrencak, Zargi ³	29 crianças (14 meninas e 15 meninos) com perda auditiva pré-lingual e 11 adultos (6 homens e 5 mulheres) com perda auditiva profunda pós-lingual.	Avaliar a influência do controle auditivo adquirido em alguns parâmetros vocais de crianças e adultos surdos após uso do IC.	As crianças com deficiência auditiva pré-lingual exibiram valores de <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> , variação de f_0 e variação de amplitude maiores, em relação aos adultos com deficiência auditiva pós-lingual, antes e após o implante. A medida de f_0 não variou após a implantação para os dois grupos de deficientes auditivos. As crianças apresentaram um controle maior da fonação após o período de 6 a 12 meses do implante. Diferentemente, nos adultos, não houve melhora significativa em nenhum dos parâmetros estudados.
IC Nucleus 24 - 9 sujeitos e Nucleus 22 - 1 sujeito (n=1)	2010	Allegro, Papsin, Harrison, Campisi ¹⁴	10 pessoas (7 meninas e 3 meninos) com idade média de 7,2 anos.	Avaliar o período crítico entre o início da perda auditiva sensorioneural e a colocação do IC em relação à produção normal de voz em crianças com deficiência auditiva pós-meningite.	A f_0 , a variação de amplitude e de frequência de curto e longo prazo estava dentro dos limites da normalidade, para os indivíduos com período de privação auditiva menor que quatro meses. A variação de amplitude não estava dentro dos padrões de normalidade para aqueles com ossificação coclear. Concluiu-se que os fatores que interferem nos resultados apresentados foram: ausência de ossificação coclear, restabelecimento precoce da audição, resíduos auditivos com AASI e o processo terapêutico.
IC Nucleus 24 (n=2)	2011	Hassan, Malki, Mesallam, Farahat, Bukhari, Murry ¹⁵	35 adultos com perda auditiva pós-lingual com idade média de 36 anos, divididos em 2 grupos: A = 17 pessoas (10 homens e 7 mulheres) com 6 anos ou menos de perda auditiva, e B= 18 pessoas (11 homens e 7 mulheres) com mais de 6 anos de perda. Os dois grupos foram subdivididos em sujeitos que participaram ou não de programas de reabilitação pós-operatória.	Estudar o efeito do IC seguido de reabilitação pós-operatória em indivíduos com perda auditiva pós-lingual com diferentes tempos de duração da perda.	Houve significativa diferença nos parâmetros vocais dos indivíduos implantados em relação aos dados de normalidade do MDVP-Multi Dimensional Voice Program. Os resultados do grupo B foram piores do que os do grupo A, quanto antes foi colocado o IC, melhor o aproveitamento para a qualidade vocal. Os autores afirmaram que a terapia de voz e a terapia auditiva podem melhorar a qualidade de vida desses pacientes.
	2009	Coelho, Bevilacqua, Oliveira, Behlau ⁴	25 crianças usuárias de IC com idade entre 5 e 10 anos.	Relacionar as habilidades de percepção de fala com características vocais de crianças usuárias de IC	Crianças com melhor percepção dos sons da fala apresentam menores desvios da qualidade vocal observados pela avaliação perceptivo-auditiva.

Implante Coclear	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
IC multicanal unilateral (n=2)	2012	An, Kim, Chung ¹⁶	12 crianças com perda pré-lingual (9 meninos e 3 meninas) com IC unilateral.	Investigar a relação entre análise acústica e inteligibilidade de fala, antes e após o IC.	Dez crianças tinham um alto grau de inteligibilidade de fala, antes e depois do IC, de modo que a audição não influenciou a análise da voz na fase pré-operatória. Houve correlação positiva significativa entre as medidas de <i>shimmer</i> pré-operatória e a inteligibilidade de fala após 12 meses do uso do IC. O mesmo aconteceu com a medida de <i>jitter</i> , porém, não foi estatisticamente significativa.
	2005	Hocevar-Boltezar, Vatovec, Gros, Zargi ¹⁷	31 crianças (16 meninos e 15 meninas) com perda auditiva pré-lingual, sendo que 15 delas receberam implante antes dos 4 anos e 16, depois.	O objetivo do estudo foi investigar as alterações em alguns dos parâmetros de voz, em crianças surdas após o implante coclear.	Após o IC, a medida de f_0 não mudou significativamente, entretanto, as medidas de <i>jitter</i> e <i>shimmer</i> melhoraram quanto mais precocemente se realizou o IC (até 6 meses). A medida de relação ruído-harmônico melhorou 24 meses após o IC. Nas crianças implantadas após 4 anos de idade, a f_0 mudou após 12 meses de implante e o <i>shimmer</i> , após 24 meses. As melhores condições ocorreram com as crianças implantadas antes dos 4 anos.
IC Nucleus 24 contour e Contour Advance (n=1)	2005	Campisi, Low, Papsin, Mount, Cohen-Kerem, Harrison ¹⁸	21 crianças com perda auditiva de grau severo a profundo (15 pré-lingual e 6 pós-lingual).	Caracterizar anormalidades vocais em crianças surdas e o efeito da restauração do <i>feedback</i> auditivo, com o implante coclear.	A ativação do IC entre 2 e seis meses não propiciou alteração na F_0 . Nas crianças com perda auditiva profunda, os parâmetros acústicos mais alterados foram os valores de variação de frequência e variação de amplitude, todavia, houve normalização do controle de amplitude. Os resultados apontam que, após a implantação, há a necessidade de reabilitação adicional.
IC Nucleus 22 (n=1)	2003	Higgins, McCleary, Carney, Schulte ¹⁹	7 crianças deficientes auditivas pré-linguais, as quais foram submetidas a IC, com idade entre 5 e 10 anos. As crianças usavam, inicialmente, o processador <i>MiniSpeech</i> ; cinco das sete crianças, atualizaram o processador para o <i>Spectra</i> e todas as crianças receberam desde cedo o ensino com Comunicação Total.	As propostas dessa investigação foram: 1- Descrever fala/ características fisiológicas vocais de crianças deficientes auditivas pré-lingual antes e depois do IC. 2- Determinar se desvios articulatórios e comportamentos fonatórios das crianças com IC persistem apesar de, a longo prazo, usarem o IC e participarem de reabilitação aural. 3- Determinar se há o desenvolvimento de outros desvios fonoarticulatórios, após o implante	Foram estudadas as medidas de pressão intraoral, <i>voice onset time</i> e f_0 . As crianças implantadas após 5 anos de idade e que utilizavam a Comunicação Total revelaram desvios na fala e na voz, antes e após o IC. Tais desvios persistiram por muito anos após o implante coclear.

Quadro 2. Trabalhos que abordam a utilização de Aparelho de Amplificação Sonora Individual

AASI	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
Uni ou bilateral (n=3)	2013	Lee, Liu, Lee ²⁰	16 participantes (9 homens e 7 mulheres) com perda auditiva severa/profunda pré-lingual, com idade de 16 a 36 anos. Os períodos de início da perda auditiva foram todos antes de 3 anos de idade e todos os participantes usaram AASI.	Investigar as respostas de <i>feedback</i> auditivo-verbal de f_0 com amplificação em perdas auditivas severas/profundas, pré-linguais, utilizando o <i>power spectral analysis</i> do contorno de f_0 de vogal sustentada.	Os resultados evidenciaram que o aumento da intensidade vocal e a amplificação melhoraram, significativamente, o controle vocal para f_0 , reduzindo as flutuações de baixa frequência (energia de baixa frequência, 0,2-3 Hz) no espectro de f_0 .
	2008	Lopes, Oliveira, Cárnio ²¹	18 sujeitos usuários de AASI com idade entre 12 e 17 anos, e perda auditiva bilateral, neurossensorial de grau severo ou profundo adquirida até os 12 meses,	Avaliar a voz de indivíduos surdos após aplicação de procedimento terapêutico com <i>feedback</i> visual.	Os resultados estatisticamente significantes demonstraram que houve redução da frequência fundamental modal e máxima, redução do <i>jitter</i> e <i>shimmer</i> , aumento dos tempos de fonação após procedimento terapêutico.
	2006	Campisi, Low, Papsin ²²	21 indivíduos (9 homens, 12 mulheres), entre 3,5 e 18 anos de idade, com deficiência auditiva neurossensorial, de grau severo a profundo, candidatos ao implante coclear, sem histórico de voz ou distúrbios de laringe.	Caracterizar o perfil vocal de sujeitos que aguardavam o IC, por meio de avaliação acústica.	Medidas de f_0 , <i>jitter</i> , <i>shimmer</i> estão dentro dos limites de normalidade, bem como os formantes F1, F2 e F3, na maioria dos sujeitos. Houve significativo aumento nas medidas de variação de f_0 e variação de amplitude. Os resultados da privação auditiva são responsáveis pela falta do controle da medida de longo prazo da variação de frequência e amplitude, na fonação da vogal sustentada.
AASI digital binaural multicanal (n=1)	2013	Das, Chatterjee, Kumar ²³	20 crianças na faixa etária entre 5 e 10 anos, com uma idade média de 8 anos, divididas em dois grupos: crianças de audição normal e crianças usuárias de AASI. O grupo com deficiência auditiva foi composto por crianças com perda auditiva neurossensorial bilateral, de grau profundo, usuárias de AASI digital binaural multicanal.	Comparar os parâmetros aerodinâmicos da laringe de crianças ouvintes e crianças deficientes auditivas usuárias de AASI, pareadas por idade.	Houve diferença significativa na capacidade vital e no tempo máximo de fonação. A variação de movimento de abdução e adução das pregas vocais e o valor do <i>peak flow</i> foram similares entre os dois grupos.

Quadro 3. Artigos que abordam a utilização de Implante Coclear e Aparelho de Amplificação Sonora Individual

IC e AASI	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
IC e AASI não especificados (n=3)	2013	Souza ⁸	18 crianças (12 meninas e 6 meninos) com idade entre 5 e 7 anos.	Comparar parâmetros vocais de f_0 , F1 e F2 de crianças usuárias de IC, AASI e ouvintes.	Na comparação dos três grupos, todos os parâmetros analisados mostraram diferenças significantes. Na comparação entre os grupos IC versus ouvintes, a diferença ocorreu entre os valores da variável F1 da vogal [a] da sílaba [pa]. Esses resultados revelaram que os parâmetros acústicos das crianças com IC são próximos aos das crianças ouvintes.
	2011	Mahmoudi, Rahati, Ghasemi, Asadpour, Tayarani, Rajati ²⁴	30 crianças com idade entre 3 e 6 anos, sendo 18 usuárias de IC ou AASI (6 com capacidade de emissão de palavras espontâneas e imitativas, 6 com emissão de palavras espontâneas e imitação de pequenas sentenças, 6 com emissão espontânea de palavras e sentenças arbitrárias e 12 crianças com audição normal.	Desenvolver e avaliar uma classificação para os distúrbios de voz de crianças usuárias de IC e AASI.	O método estudado, <i>Multiple classifier fusion</i> mostrou ser capaz de oferecer uma boa avaliação das crianças, bem como o estudo apresentou a melhor forma de análise de resultados para essa classificação. Os dados indicaram também que, quanto maior for o uso de IC e AASI, melhor será a fala das crianças. As crianças mais velhas apresentaram maiores controles das características fonéticas de sua voz, devido a um sistema de fala mais sofisticado.
	2006	Horga, Liker ⁷	30 crianças, divididas em três grupos: grupo-controle, usuários de IC e crianças com perda auditiva profunda usuárias de AASI, pareadas por idade.	Analisar características de fala e de voz e comparar entre os grupos: usuários de AASI, implantados e aqueles de audição normal.	Foi percebido que a qualidade vocal e a pronúncia dos usuários de IC foi melhor do que as de usuários de AASI com deficiência auditiva profunda.
AASI analógico e digital, IC não especificado. (n=1)	2010	Garcia, Rovira, Sanvicens ²⁵	54 crianças ouvintes do grupo controle e 62 crianças (35 meninas e 27 meninos) com idade entre 3,10a e 10,9a, com perda auditiva sensorioneural profunda. 20 crianças eram usuárias de AASI analógico binaural; 15 de AASI digital binaural e 26 usavam IC unilateral e 1, IC bilateral.	Avaliar a voz de crianças com deficiência auditiva e comparar com a voz de crianças ouvintes baseando-se nas medidas de análise acústica encontradas na literatura.	O grupo experimental mostrou alterações na qualidade vocal principalmente em f_0 e <i>shimmer</i> , porém usuários de AASI digital, IC e AASI analógico apresentaram características diferentes um do outro. Os usuários de AASI digital e de IC apresentaram melhor qualidade vocal quando comparados com a de usuários de AASI analógico. Houve correlação entre o grau da perda auditiva com os parâmetros de qualidade vocal analisados. Quanto maior a perda auditiva, maior a alteração vocal.
IC multicanal e AASI não especificado (n=1)	2011	Baudonck D'haeseleer, Dhooge, Lierde ²⁶	61 crianças com perda auditiva pré-lingual de grau moderado a profundo; 36 delas (16 meninos e 20 meninas) eram usuárias de IC e 25 (15 meninos, 10 meninas) usuárias de AASI, com idade média de 9 anos. O grupo-controle foi constituído por 25 crianças com audição normal.	Determinar a qualidade vocal de crianças usuárias de IC e comparar as medidas de qualidade vocal das crianças usuárias de IC com crianças usuárias de AASI e de audição normal pareadas por idade.	As crianças com IC tiveram um resultado no Índice de Severidade de Disfonia (ISD) muito próximo da normalidade. Na avaliação perceptual da voz pela escala GRBASI, observou-se presença sutil de rugosidade e tensão e ainda, <i>pitch</i> e intensidade mais elevados. Não houve diferença significativa na comparação das medidas dos parâmetros vocais entre as crianças usuárias de IC, de AASI e de audição normal.

IC e AASI	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
AASI bilateral, IC unilateral (19 Nucleus/1 Clarion) (n=1)	2013	Lopez, Moundain, Bretèque, Serrafiero, Trottier, Barkat-Defradas ²⁷	78 crianças com idade entre 5 e 13 anos, divididas em grupos: audição normal, com 38 crianças (18 meninas e 20 meninos); crianças usuárias de AASI, com 20 (9 meninas e 11 meninos) e usuárias de IC com 20 crianças (6 meninas e 14 meninos), pareadas por idade.	Comparar entre os grupos estudados as medidas obtidas na avaliação acústica, na avaliação aerodinâmica e na avaliação perceptivo-auditiva.	Alguns parâmetros acústicos diferem significativamente, entre os três grupos, enquanto outros são similares entre crianças com IC e com audição normal. Na análise dos parâmetros aerodinâmicos, as crianças com IC tiveram medidas semelhantes às das crianças ouvintes. Na avaliação perceptivo-auditiva, os dados das crianças com IC estiveram nos níveis de alteração entre 0 e 1 da escala GRBAS. Concluiu-se que o IC provê melhores parâmetros acústicos que o AASI. A eficiência glótica aumenta de acordo com a idade cronológica e o tempo de uso do IC.
AASI bilateral, IC unilateral (16 Med-El/ 11 Cochlear/ 10 Advanced Bionics) (n=1)	2013	Mao, Zhang, Nutter, Zhang, Zhou, Liu, Xu ²⁸	37 crianças deficientes auditivas pré-linguais usuárias de IC unilateral, 31 pré-linguais usuárias de AASI, e 37 crianças ouvintes.	Investigar o desempenho vocal no canto de crianças com deficiência auditiva usuárias de IC e AASI, assim como avaliar a relação entre fatores demográficos dessas crianças com deficiência auditiva e sua habilidade para cantar.	Crianças usuárias de IC e AASI, ao serem comparadas com crianças ouvintes, evidenciaram desempenho significativamente piores nas avaliações associadas às variações de <i>pitch</i> e medidas de ritmo. Não houve diferenças entre os usuários de IC e AASI, exceto para o desvio médio dos intervalos entre notas musicais. A precisão para cantar foi correlacionada com o tempo de uso dos referidos dispositivos.

Quadro 4. Trabalhos sobre deficientes auditivos sem especificação da utilização do AASI ou IC

Outros	Ano	Autores	Casuística	Objetivos	Resultados
Perda auditiva profunda (n=1)	2011	Dehgan, Scherer ²⁹	15 meninos com perda auditiva sensorioneural de grau profundo, bilateral, e 15 meninos com audição normal pareados por idade.	Comparar parâmetros acústicos vocais de meninos com perda auditiva profunda com seus pares com audição normal.	Dados apontaram que os meninos com deficiência auditiva apresentam valores significativamente mais altos nas medidas de f_0 , <i>jitter</i> e <i>shimmer</i> e, ainda, mais baixos no valor da relação harmônico-ruído, quando comparados aos ouvintes.
Perda auditiva pré-lingual de grau severo (n=1)	2004	Lejska ³⁰	35 adultos (20 homens e 15 mulheres) com idade média de 33 anos, com perda auditiva profunda pré-lingual e mais 35 pessoas do grupo-controle (15 homens e 20 mulheres) com idade média de 39 anos.	O objetivo foi verificar a influência da audição na voz humana, comparando a voz de indivíduos com deficiência auditiva à de indivíduos com audição normal.	As medidas de campo, dinâmica de variação de <i>pitch</i> e intensidade são diminuídas no grupo de deficientes auditivos. Os autores afirmaram que o deficiente auditivo não conseguiu manter a emissão contínua da escala de frequência.

Discussão

Os estudos que pesquisaram a qualidade vocal de crianças usuárias de IC apresentaram resultados diversificados, pois envolveram diferentes metodologias e análise de diversos fatores.

Foi evidenciado que a utilização do IC favorece a qualidade vocal de crianças, pois, a análise de parâmetros acústicos e dados de avaliação perceptivo-auditiva apontaram a sua semelhança à voz de crianças ouvintes^{10,13-14}. A qualidade vocal da criança com IC, entretanto, dependerá de fatores como a idade em que o mesmo foi implantado¹⁴, tempo de vida auditiva^{12,14} e a participação em programas de reabilitação auditiva^{9,18}.

Os parâmetros de análise acústica mais estudados f_0 , *Jitter*, *Shimmer* e relação harmônico-ruído foram relacionados ao tempo de privação auditiva, ao tempo de vida auditiva, à inteligibilidade de fala e à forma de reabilitação. A f_0 foi descrita dentro dos parâmetros de normalidade^{10,13-14,17}, principalmente em crianças com período de privação auditiva de menos de quatro meses¹⁴, todavia, não sofreu modificações no período entre 2 e 6 meses de ativação do IC¹⁸. Os outros parâmetros mostraram melhores resultados nas crianças com o emprego precoce do IC^{14,17}, tempo de uso do IC entre 12 e 24 meses¹⁶⁻¹⁷ e relacionado à melhor inteligibilidade de fala da criança^{4,16}. As condições que não favoreceram a qualidade vocal de crianças foram determinadas pela idade tardia de implantação do IC^{17,19}, demonstrando que o início do uso desse dispositivo aos 5 anos de idade já é ruim¹⁹. Em diversos estudos, foi ressaltada a importância da reabilitação auditiva^{9, 14,18-19}.

Outros fatores destacados na qualidade de voz das crianças usuárias de IC estão relacionados à ausência de ossificação coclear, ao restabelecimento precoce da audição, aos resíduos auditivos com AASI e ao processo terapêutico¹⁴.

Em relação ao deficiente auditivo pós-lingual usuário de IC, foram encontrados dois estudos^{11,15}. O IC em adultos sem reabilitação específica para a voz proporcionou um impacto positivo na qualidade vocal, observado pela avaliação perceptivo-auditiva. A f_0 diminuiu entre os homens e variou na comparação com os achados em mulheres¹¹. Resultados da avaliação acústica apontaram que os resultados nos usuários de IC foram piores que os dados de normalidade do Multi Dimensional Voice Program (MDVP), entretanto, indicaram

que os indivíduos que tiveram tempo de privação sensorial menor que 6 anos obtiveram melhores resultados. Além disso, os autores afirmaram que a terapia de voz e a terapia auditiva podem melhorar a qualidade de vida desses pacientes¹⁵.

Uma pesquisa que avaliou a qualidade vocal de adultos com perda auditiva pós-lingual e crianças, com pré-lingual, usuários de IC, evidenciou que as crianças exibiram valores de *jitter*, *shimmer*, variação de f_0 , e variação de amplitude maiores em relação aos dos adultos, antes e após o implante. A medida de f_0 não variou após a implantação para os dois grupos de deficientes auditivos. Contudo, as crianças conseguiram um controle maior da fonação após o período de 6 a 12 meses do implante. Diferentemente, nos adultos, não houve melhora significativa em nenhum dos parâmetros estudados³.

Os trabalhos que examinaram a qualidade vocal em usuários de AASI envolveram participantes com idade acima de 5 anos²⁰⁻²³. De forma geral, os resultados desses estudos demonstraram que a amplificação sonora impacta positivamente o controle da qualidade vocal, podendo diminuir e melhorar o controle da f_0 , equilibrar as medidas de *jitter* e *shimmer*²⁰⁻²². Entretanto, investigação envolvendo as medidas de dinâmica respiratória apontou diferenças significantes nas medidas de capacidade vital e dos tempos máximos de fonação, quando comparadas com crianças ouvintes²³.

Alguns estudos foram realizados com o objetivo de comparar a qualidade vocal entre deficientes auditivos usuários de AASI e de IC. Foram selecionados sete artigos sobre o referido tema, cujos resultados revelaram que a qualidade vocal de indivíduos com implante coclear, além de semelhante à de indivíduos de audição normal^{8,26-27}, é melhor em relação à qualidade da voz de usuários de AASI^{7-8,27}. Crianças deficientes auditivas com desenvolvimento de fala mais sofisticado apresentam características vocais mais apropriadas²⁴. Quando foram comparados os resultados das avaliações vocais de deficientes auditivos usuários de IC, AASI digital e AASI analógico, ficou demonstrado que os piores resultados foram obtidos pelos usuários de AASI analógico²⁵.

Um estudo cujo objetivo foi investigar o desempenho de crianças usuárias de IC e de AASI, em atividades que envolviam canto, bem como avaliar a relação entre fatores demográficos dessas crianças com deficiência auditiva e sua habilidade para cantar, mostrou que tanto as crianças usuárias de IC

quanto as de AASI apresentaram pior desempenho em todas as avaliações vocais realizadas, quando comparadas às ouvintes. Foi observado que, quanto maior o tempo de uso dos dispositivos, melhor era a habilidade para cantar²⁸.

Um artigo analisou a qualidade vocal do deficiente auditivo não usuário de dispositivo eletrônico, como o AASI ou o IC e apontou que a qualidade vocal desses indivíduos era significativamente mais alterada, no que diz respeito aos aspectos de *jitter*, *shimmer* e frequência fundamental em relação à qualidade vocal de ouvintes²⁹. Outro estudo, o qual não especificou o uso de dispositivo eletrônico por adultos deficientes auditivos, avaliou a qualidade vocal desses participantes, por meio de um *software* do campo dinâmico da voz, e a comparou com seus pares ouvintes, concluindo que o campo do deficiente auditivo é diminuído³⁰.

Conclusão

Este estudo apresenta uma revisão bibliográfica sobre a voz do deficiente auditivo, no período entre os anos 2003 e 2015. Os resultados dessa revisão de literatura demonstraram que a maioria dos trabalhos encontrados e analisados teve como foco a qualidade da voz de indivíduos deficientes auditivos usuários de implante coclear. Os estudos sobre os parâmetros vocais de indivíduos usuários de AASI têm sido realizados em menor escala do que aqueles que relacionam voz e uso do IC.

Após análise dos artigos selecionados, é possível perceber que fatores como idade precoce do diagnóstico da deficiência auditiva, início da perda de audição (pré ou pós-lingual), processo terapêutico com ênfase na reabilitação auditiva, dispositivo auditivo utilizado (AASI ou IC), idade em que foi feita a intervenção e tempo de duração de reabilitação interferem na qualidade da voz do deficiente auditivo, pois todos esses aspectos são de extrema importância para o desenvolvimento do *feedback* acústico necessário para o monitoramento da voz.

Os estudos demonstraram ainda o impacto da privação sensorial auditiva, nas características de voz de adultos e crianças, afirmando que, quanto maior o grau da perda auditiva, maiores as alterações vocais; entretanto, o desenvolvimento tecnológico para o acesso e a percepção dos sons da fala possibilitou o aprimoramento vocal de crianças e adultos com perda auditiva profunda.

Os artigos levantados, no período de 12 anos, revelaram que o implante coclear foi um importante advento, viabilizou melhores condições para o desenvolvimento da função auditiva e, conseqüentemente, da comunicação oral do deficiente auditivo, possibilitando características vocais que favorecem a inteligibilidade da fala.

É imprescindível a continuidade de estudos que analisem a evolução tecnológica dos dispositivos eletrônicos de acesso aos sons da fala e o impacto na qualidade vocal de crianças e adultos deficientes auditivos, pois será um importante fator na reabilitação auditiva.

Referências bibliográficas

1. Coelho AC, Brasolotto AG, Bevilacqua MC. Análise sistemática dos benefícios do uso do implante coclear na produção vocal. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012; 24: 395-402.
2. Bento RF, Neto RB, Castilho AM, Gómez VG, Giorgi SB, Guedes MC. Resultados auditivos com o implante coclear multicanal em pacientes submetidos a cirurgia no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2004; 70: 632-7.
3. Hocevar-Boltezar I, Radsel Z, Vatovec ZRJ, Geczy B, Cernelc S, Gros A, et al. Change of phonation control after cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2006; 27: 499-503.
4. Coelho ACC, Bevilacqua MC, Oliveira G, Behlau M. Relação entre voz e percepção de fala em crianças com implante coclear. *Pró-Fono*. 2009; 21(1): 7-12.
5. Seifert E, Bruns U, Haeusler R, Kompis M, Oswald M, Vischer M. Changes of voice and articulation in children with cochlear implants. *Int J Ped Otorhinolaryngol*. 2002; 66(2): 115-23.
6. Moret ALM, Bevilacqua MC, Costa OA. Cochlear implant: hearing and language in pre-lingual deaf children. *Pro Fono*. 2007; 19(3): 295-304.
7. Horga D, Liker M. Voice and pronunciation of cochlear implant speakers. *Clin Linguist Phon*. 2006; 20(2-3): 211-17.
8. Souza LBR. Diferenças entre parâmetros vocais em crianças usuárias de implante coclear e em crianças usuárias de aparelho de amplificação sonora individual. *CEFAC*. 2013; 15(3): 616-21.
9. Hsu HW, Fang TJ, Lee LA, Tsou YT, Chen SH, Wu CM. Multidimensional evaluation of vocal quality in children with cochlear implants: a cross sectional, case controlled study. *Clin Otolaryngol*. 2014; 39(1): 32-8.
10. Souza LBR, Bevilacqua MC, Brasolotto AG, Coelho ACC. Cochlear implanted children present vocal parameters within normal standards. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2012; 76: 1180-3.
11. Ubrig MT, Goffi-Gomez MVS, Weber R, Menezes MHM, Nemr NK, Tsuji DH, Tsuji RK. Voice analysis of postlingually deaf adults pre- and post-cochlear implantation. *J Voice*. 2007; 21: 669-82.

12. Holler T, Campisi P, Allegro J, Chadha NK, Harrison RV, Papsin B et al. Abnormal voicing in children using cochlear implants. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2010; 136: 17-21.
13. Lenden JM, Jr PF. Prosody and voice characteristics of children with cochlear implants. *J Commun Disord.* 2007; 40: 66-81.
14. Allegro J, Papsin BC, Harrison RV, Campisi P. Acoustic analysis of voice in cochlear implant recipients with post-meningitic hearing loss. *Cochlear Implants Int.* 2010; 11: 100-6.
15. Hassan SM, Malki KH, Mesallam TA, Farahat M, Bukhari M, Murry T. The effect of cochlear implantation and post-operative rehabilitation on acoustic voice analysis in post-lingual hearing impaired adults. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2011; 268: 1437-42.
16. An SY, Kim S, Chung JW. Preoperative voice parameters affect the postoperative speech intelligibility in patients with cochlear implantation. *Clin Exp Otorhinolaryngol.* 2012; 5: S69-72.
17. Hocevar-Boltezar I, Vatovec J, Gros A, Zargi M. The influence of cochlear implantation on some voice parameters. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2005; 69: 1635-40.
18. Campisi P, Low A, Papsin B, Mount R, Cohen-Kerem R, Harrison R. Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study. *Laryngoscope.* 2005; 115: 1046-50.
19. Higgins MB, McCleary EA, Carney AE, Schulte L. Longitudinal changes in children's speech and voice physiology after cochlear implantation. *Ear Hear.* 2003; 24: 48-70.
20. Lee GS, Liu C, Lee SH. Effects of hearing aid amplification on voice F0 variability in speakers with pre-lingual hearing loss. *Hear Res.* 2013; 302: 1-8.
21. Lopes DCJ, Oliveira IB, Cárnio MS. Avaliação da voz e fala de surdos após a aplicação de um procedimento terapêutico computadorizado. *Distúrb Comum.* 2008; 20: 183-92.
22. Campisi P, Low AJ, Papsin BC, Mount RJ, Harrison RV. Multidimensional voice program analysis in profoundly deaf children: quantifying frequency and amplitude control. *Percept Motor Skills.* 2006; 103(1): 40-50.
23. Das B, Chatterjee I, Kumar S. Laryngeal aerodynamics in children with hearing impairment versus age and height matched normal hearing peers. *ISRN Otolaryngol.* 2013 [citado 2016 Maio 03]. Disponível em: <http://www.hindawi.com/journals/ism/2013/394604/>
24. Mahmoudi Z, Rahati S, Ghasemi MM, Asadpour V, Tayarani H, Rajati M. Classification of voice disorder in children with cochlear implantation and hearing aid using multiple classifier fusion. *Biomed Eng Online.* 2011; 10:3: 1-18.
25. Garcia JV, Rovira JMV, Sanvicens LG. The influence of the auditory prosthesis type on deaf children's voice quality. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2010; 74: 843-8.
26. Baudonck N, D'haeseleer E, Dhooge I, Lierde KV. Objective vocal quality in children using cochlear implants: a multiparameter approach. *J Voice.* 2011; 25: 683-91.
27. Lopez HAG, Moundain M, Bretèque BA, Serrafiero P, Trottier C e Barkat-Defradas M. Acoustic, aerodynamic, and perceptual analyses of the voice of cochlear implanted children. *J Voice.* 2013; 27: 523.e1-17.
28. Mao Y, Zhang M, Nutter H, Zhang Y, Zhou Q, Liu Q, & Xu L. Acoustic properties of vocal singing in prelingually-deafened children with cochlear implants or hearing aids. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2013; 77(11): 1833-40.
29. Dehgan A, Scherer RC. Objective voice analysis of boys with profound hearing loss. *J Voice.* 2011; 25: e61-5.
30. Lejska M. Voice Field Measurements: a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *J Voice.* 2004; 18: 209-15.