



Avaliação do Naída CI Q70 e estratégia UltraZoom para o reconhecimento de fala em situações reverberantes e com ruído competitivo

Assessment of the benefits of the Naída CI Q70 and its UltraZoom strategy for speech recognition in reverberating and noisy listening conditions

Paola Angelica Samuel¹ , Maria Valéria Schmidt Goffi-Gomez¹ , Ana Cristina Hoshino¹ ,
Smita Agrawal² , Carina Rodriguez² , Robinson Koji Tsuji¹ , Ricardo Ferreira Bento¹ 

RESUMO

Objetivo: identificar a contribuição do microfone omnidirecional (T-Mic) e microfone direcional adaptativo (UltraZoom) do processador de som Naída CIQ70 para o reconhecimento da fala no ruído e em ambiente reverberante. Identificar a contribuição do processador de som Naída CIQ70 para usuários do processador Harmony. **Métodos:** participaram do estudo sete adultos com implante coclear unilateral, usuários do processador de som Harmony. O reconhecimento de sentenças foi avaliado em silêncio, em sala reverberante (RT60 de 553 ms) e ruído de 42,7 dBA (Leq), com os processadores Harmony e Naída CIQ70. A contribuição do microfone direcional UltraZoom foi avaliada no ruído. As sentenças gravadas foram apresentadas a 0° azimute. O ruído (*babble noise*) foi apresentado a + 5 dB SNR, a 90° azimute. Os participantes avaliaram subjetivamente a clareza do som e a dificuldade de escutar nas várias condições do teste. **Resultados:** a média do reconhecimento de sentenças no silêncio com reverberação foi de 38,5% com o Harmony e 66,5% com o Naída CIQ70. A pontuação média de reconhecimento de sentenças no ruído foi de 40,5% com o Naída CIQ70, sem UltraZoom, e de 64,5% com UltraZoom. Nas classificações subjetivas de clareza do som e facilidade de escuta no ruído, nenhuma diferença foi identificada entre as condições de teste. **Conclusão:** para usuários experientes do processador de som Harmony, a compreensão da fala em silêncio em uma sala reverberante foi significativamente melhor com o Naída CIQ70. O uso de uma tecnologia de microfone direcional adaptativa (UltraZoom) contribuiu para o reconhecimento de fala no ruído.

Palavras-chave: Implante coclear; Reconhecimento de fala; Tecnologias de microfone direcional; Reverberação; Ruído

Abstract

Purpose: 1) to measure speech understanding in noise with the Naída Q70 in the omnidirectional microphone mode (T-Mic) and adaptive directional microphone mode (UltraZoom) in reverberating acoustics and noisy conditions. 2) to measure improvement in speech understanding with use of the Advanced Bionics (AB) Naída Q70 sound processor for existing Harmony users. **Methods:** seven adult unilateral cochlear implant (CI) recipients, who were experienced users of the Harmony sound processor, participated in the study. Sentence recognition was evaluated in quiet in a reverberating room, with Harmony and Naída CI Q70 processors. Effectiveness of Naída CI Q70's UltraZoom directional microphone was evaluated in noise. Target stimuli were recorded Portuguese sentences presented from 0° azimuth. Twenty-talker babble was presented at +5dB SNR from ±90° azimuth. In addition to sentence recognition, the participants also rated the clarity of sound and difficulty of listening in the various test conditions. In order to evaluate the outcomes under more realistic acoustic conditions, tests were conducted in a non-sound treated reverberant room (RT60 of 553 ms and noise floor of 42.7 dBA (Leq)). **Results:** the average sentence recognition in quiet in the reverberant non-sound treated room was 38.5% with the Harmony and 66.5% with Naída CI Q70. The average sentence recognition score in noise was 40.5% with Naída CI Q70 without UltraZoom and 64.5% with UltraZoom. For subjective ratings of sound clarity and listening ease in noise no difference were identified between the test conditions. **Conclusion:** for experienced users of the Harmony sound processor, speech understanding in quiet in a reverberating room was significantly improved with the Naída CI Q70. The use of an adaptive directional microphone technology (UltraZoom) enhanced speech perception in noise.

Keywords: Cochlear implants; Speech perception; Directional microphone technology; Reverberation; Noise

Trabalho realizado na Divisão de Clínica Otorrinolaringológica, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo USP – São Paulo (SP), Brasil.

¹Departamento de Otorrinolaringologia, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo (SP), Brasil.

²Advanced Bionics - California, USA.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: PAS, MVS e ACH foram responsáveis pela idealização do projeto, coleta e análise dos dados e redação do trabalho; SA e CR participaram da revisão e finalização do manuscrito; RKT e RFB participaram no suporte clínico, científico e logístico para o estudo.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Maria Valéria Schmidt Goffi-Gomez. E-mail: valeria.goffi@hc.fm.usp.br

Recebido: Agosto 20, 2019; **Aceito:** Janeiro 07, 2020

INTRODUÇÃO

Embora exista variabilidade considerável nas habilidades de reconhecimento da fala em usuários de implante coclear, muitos podem alcançar altas porcentagens na compreensão da fala em silêncio^{(1) (2)}. Este desempenho, entretanto, piora significativamente em ambientes de escuta desafiadora. A dificuldade para compreender a fala na presença de ruído competitivo é um dos maiores desafios para usuários de implantes cocleares⁽³⁾, mesmo em situações com relação sinal/ruído favoráveis (SNRs).

A reverberação, tanto em salas amplas, como em superfícies rígidas, demonstrou ter um efeito prejudicial no reconhecimento de fala, principalmente em usuários de implantes cocleares⁽⁴⁾. O sinal de fala é o primeiro a ser degradado pela reverberação e a combinação com ruído pode piorar o reconhecimento de fala em pacientes implantados⁽⁵⁾. A reverberação é um fenômeno acústico presente em diversos ambientes. Ocorre quando ondas de energia acústica são refletidas e alcançam outras ondas que percorreram o caminho direto. Este efeito é causado pela modificação do sinal de fala, gerada pela distorção da informação espectral e temporal⁽⁶⁻⁹⁾. Nabelek et al. (1989) descreveram o efeito de reverberação como a distorção que ocorre dentro de cada fonema reverberante e quando as informações acústicas dos fonemas anteriores se espalham para os componentes de fala subsequentes.

Por esta razão, o reconhecimento de fala, quando medido em cabine acústica ou sala acusticamente tratada, pode não refletir as dificuldades de comunicação que o usuário de implante coclear talvez apresente em seu dia a dia. Para medidas mais reais das dificuldades do usuário de implante coclear, é necessário avaliar o reconhecimento de fala em ambientes que apresentem reverberação e ruído competitivo, concomitantemente.

Uma das tecnologias que auxiliam os usuários de dispositivos auditivos em situações de ruído é a direcionalidade dos microfones. Entretanto, a eficácia dos microfones direcionais diminui à medida que o número de fontes de ruído do ambiente acústico aumenta e este ruído se torna mais difuso^(10,11). A tecnologia do processador de fala vem se desenvolvendo rapidamente para atender e ajudar os pacientes nessas situações. Não apenas usuários implantados, mas usuários de aparelhos auditivos podem se beneficiar da tecnologia de processamento de sinal com cancelamento de ruído^(12,13) e microfones direcionais ou *beamformers*, que demonstraram melhorar significativamente a compreensão da fala em pacientes com implante coclear^(11,14-17).

Os objetivos do presente estudo foram avaliar a contribuição do microfone direcional adaptativo Ultrazoom e do microfone omnidirecional T-Mic em uma sala calibrada com ruído competitivo e reverberação. Além disso, identificar a contribuição da atualização do processador de fala.

MÉTODO

Este estudo prospectivo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, sob o número de protocolo 1.053.402 (CAAE 43321515.6.0000.0068). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi assinado por todos os sujeitos, antes da realização de quaisquer testes ou procedimentos específicos do estudo. Participaram do estudo sete adultos com implante coclear, com surdez bilateral severa a profunda pós-lingual, implantados com o dispositivo Advanced Bionics HiRes 90K, com pelo menos seis meses de experiência e reconhecimento de sentenças em apresentação aberta superior a 50%, no silêncio (medido em cabine acústica).

Todos os participantes eram usuários de processadores Harmony (com T-Mic e ClearVoice *medium* ativado) e receberam a atualização para o processador de fala Naída CI Q70. O primeiro programa do Nada Q70 foi o mesmo mapa em uso no Harmony. Os dados demográficos dos sujeitos estão listados na Tabela 1.

Ambiente de teste: Os testes foram conduzidos em uma sala sem tratamento acústico (sala reverberante - SR), com tempo médio de reverberação de 553 ms (RT60) e ruído de fundo médio de 42,7 dBA (Leq). As dimensões físicas da sala eram 3,7 m x 3,98 m x 2,10 m (largura x comprimento x altura). Os estímulos foram apresentados através dos alto-falantes Profire, posicionados a 1,2 metros do ouvinte, a 0°, +90° e -90° de azimute. O sinal de fala foi apresentado a 0°, enquanto o ruído foi apresentado a ± 90°. Os sinais foram amplificados (Profire M-Audio 2626) e depois apresentados por meio de um conversor RME Fireface 800 D/A.

Estímulos: Os estímulos foram apresentados em listas de dez frases, gravadas em português⁽¹⁸⁾. As frases foram apresentadas a 0°, a 65 dB NPS, e o ruído competitivo, composto por 20 falantes (*20-talker babble noise*)⁽¹⁹⁾, foi apresentado a ± 90°, a +5 dB SNR.

Condições de teste: Para avaliar a contribuição da atualização do processador em situação reverberante isolada, o reconhecimento de sentenças foi medido no silêncio, tanto no mapa em uso no Harmony, como com o Naída CI Q70 com T-Mic (Figura 1). Para avaliar a contribuição do UltraZoom (UZ), o reconhecimento de sentenças no ruído foi testado com o Naída CI Q 70, com T-Mic e com UZ no mesmo mapa. Todas as condições foram avaliadas em uma única sessão, em apresentação randomizada, embora não cega, pois os processadores e programas foram alterados manualmente.

Tabela 1. Dados demográficos da amostra estudada

ID	Idade (anos)	Duração da perda auditiva (anos)	Tempo de uso do IC (meses)	Etiologia	Reconhecimento de fala no silêncio em cabine (%)
1	31	15	84	Idiopática	80
2	58	10	24	Idiopática	90
3	47	15	36	Idiopática	50
4	57	8	24	Idiopática	50
5	52	12	12	Infeciosa	50
6	48	7	24	Idiopática	80
7	41	10	60	Ototoxicidade	90

Legenda: ID = código do paciente; IC = implante coclear; % = percentual

Após cada condição de teste, os participantes avaliaram a clareza do som e a dificuldade de escuta nas diversas condições de teste (Figura 2). Estes julgamentos foram feitos na sala de teste, após a conclusão de cada lista de frases.

Análise estatística

A comparação do reconhecimento de sentenças Harmony e Naída CI Q70 foi realizada por meio de medidas analíticas descritivas e teste de Mann-Whitney, considerando significância quando $p < 0,05$.

RESULTADOS

O desempenho médio dos participantes com o processador Harmony em SR (Tabela 2) foi significativamente pior, em comparação com o medido anteriormente em uma cabine acústica (Tabela 1). A Figura 3 e a Figura 4 mostram que os escores de reconhecimento de sentenças foram significativamente maiores com o Naída CI Q70, do que com o Harmony ($p < 0,05$), no silêncio e no ruído, com a ativação de UltraZoom. As avaliações subjetivas mostraram que a clareza do som com o Naída CI Q70 também foi melhor (Tabela 2).

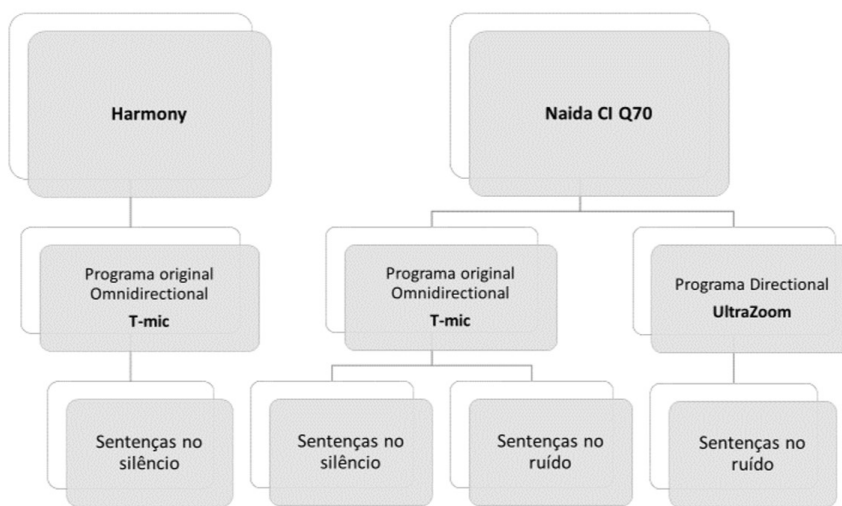


Figura 1. Condições de teste usadas no estudo

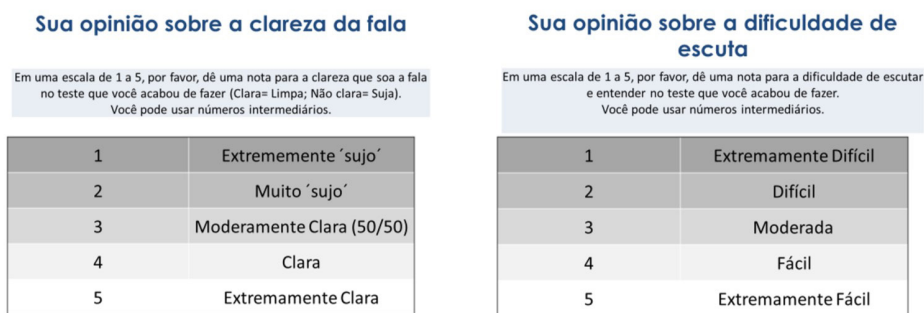


Figura 2. Escalas analógicas visuais para classificar a clareza do som e a dificuldade de escuta

Tabela 2. Resultados do reconhecimento de fala (em percentuais), do julgamento da clareza do som e da facilidade de escuta no silêncio, comparando os processadores de fala Harmony e Naída CI Q70, e no ruído, comparando Naída CI Q70 com T-Mic e com UltraZoom (UZ)

	Harmony	Naída CIQ70	Valor de p
Reconhecimento de fala no silêncio (%)	38.5	66.5	0.0368
Clareza do som	4	4	0.2031
Facilidade de escuta	3	3	0.2411
	Naída CIQ70 T-mic	Naída CIQ70 UZ	
Reconhecimento de fala no ruído (%)	40.5	64.5	0.0626
Clareza do som	3	3	0.3507
Facilidade de escuta	2	3	0.3046

Legenda: % = percentual

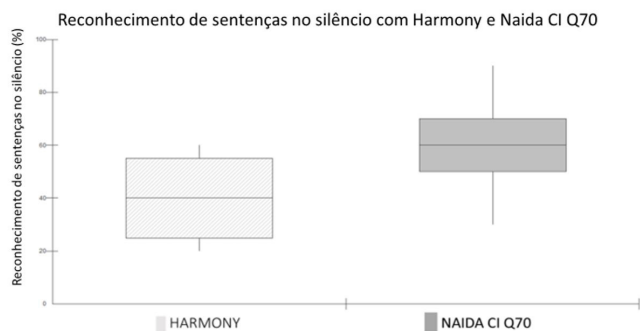


Figura 3. Reconhecimento de fala no silêncio, com processador Harmony e Naída CI Q70, em sala reverberante (SR)

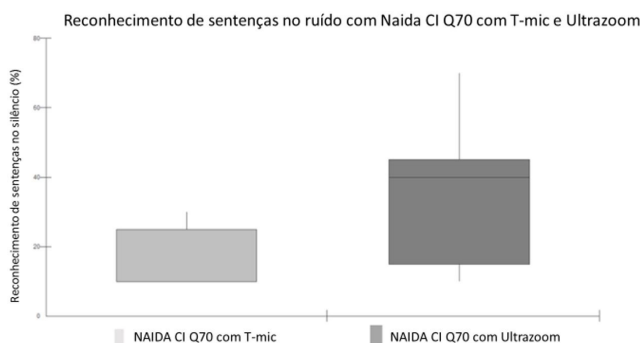


Figura 4. Reconhecimento de fala no ruído, com processador Naída CI Q70, com T-Mic e com UltraZoom, em sala reverberante (SR)

DISCUSSÃO

O estudo mostrou que usuários experientes com o processador Harmony podem se beneficiar da nova tecnologia logo após serem adaptados com o Naída CI Q70⁽²⁰⁾. Enquanto o processador de fala Harmony utiliza T-Mic e ClearVoice, não possui a capacidade de usar a tecnologia *beamformer* do Naída CI Q70⁽²¹⁾. Além disso, os escores de reconhecimento de fala em silêncio foram mais altos com o Naída CI Q70, do que com o Harmony, apesar do desafio do ambiente reverberante. Pôde-se inferir, também, que, apesar da preocupação dos autores do estudo em solucionar quaisquer problemas no funcionamento do processador de fala Harmony, alguma deterioração irreconhecível, devido aos anos de uso constante, pode ter influenciado os resultados.

As classificações de clareza da fala no ruído, durante o uso do UltraZoom e ClearVoice, foram quase equivalentes às da fala no silêncio, sugerindo que pode haver um benefício qualitativo para os ouvintes que utilizam essas estratégias em seu programa de uso diário.

Apesar de não haver diferença estatística entre os escores de reconhecimento de sentenças com T-Mic e UltraZoom no Naída CI Q70, provavelmente, devido ao pequeno tamanho da amostra, o escore mediano foi maior com o UZ. De fato, Geissler et al. (2014), Buechner et al. (2014) e Dorman et al. (2017) também encontraram melhores resultados com o uso da estratégia UltraZoom, em comparação com o Harmony ou o Naída CI Q70 apenas com T-Mic.

Por fim, este estudo demonstrou o impacto da acústica desafiadora da sala, como a reverberação, na compreensão da fala em usuários de IC, mesmo na ausência de ruído. Os escores de reconhecimento de sentenças em silêncio foram piores na sala reverberante, do que os obtidos anteriormente na cabine acústica (Tabela 1), refletindo a dificuldade relatada pelos pacientes, no seu cotidiano.

CONCLUSÃO

O Naída CI Q70 oferece melhor compreensão da fala e clareza em silêncio para usuários experientes do processador de som Harmony. As tecnologias *beamformer*, como a estratégia UltraZoom, facilitam o reconhecimento de fala no ruído, mesmo em ambientes reverberantes.

REFERÊNCIAS

1. Firszt JB, Holden LK, Skinner MW, Tobey EA, Peterson A, Gaggli W, et al. Recognition of speech presented at soft to loud levels by adult cochlear implant recipients of three cochlear implant systems. *Ear Hear.* 2004;25(4):375-87. <http://dx.doi.org/10.1097/01.AUD.0000134552.22205.EE>. PMID:15292777.
2. Gifford RH, Dorman MF, Shalloo JK, Sydlowski SA. Evidence for the expansion of adult cochlear implant candidacy. *Ear Hear.* 2010;31(2):186-94. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e3181c6b831>. PMID:20071994.
3. Dorman MF, Natale S, Spahr A, Castioni E. Speech understanding in noise by patients with cochlear implants using a monaural adaptive beamformer. *J Speech Lang Hear Res.* 2017;60(8):2360-3. http://dx.doi.org/10.1044/2017_JSLHR-H-16-0312. PMID:28768324.
4. Spitzer JB, Sandridge SA, Newman CW, Sydlowski S, Ghent RM Jr. A speech perception test in simulated reverberation conditions. *Am J Audiol.* 2015;24(2):169-77. http://dx.doi.org/10.1044/2015_AJA-14-0028. PMID:25652081.
5. Hazrati O, Loizou PC. The combined effects of reverberation and noise on speech intelligibility by cochlear implant listeners. *Int J Audiol.* 2012;51(6):437-43. <http://dx.doi.org/10.3109/14992027.2012.658972>. PMID:22356300.
6. Nábělek AK. Identification of vowels in quiet, noise, and reverberation: relationships with age and hearing loss. *J Acoust Soc Am.* 1988;84(2):476-84. <http://dx.doi.org/10.1121/1.396880>. PMID:3170940.
7. Nábělek AK, Letowski TR, Tucker FM. Reverberant overlap-and self-masking in consonant identification. *J Acoust Soc Am.* 1989;86(4):1259-65. <http://dx.doi.org/10.1121/1.398740>. PMID:2808901.
8. Watkins AJ, Holt NJ. Effects of a complex reflection on vowel identification. *Acta Acust United Ac.* 2000; 86(3):532-542.
9. Bidelman GM, Krishnan A. Effects of reverberation on brainstem representation of speech in musicians and non-musicians. *Brain Res.* 2010;1355:112-25. <http://dx.doi.org/10.1016/j.brainres.2010.07.100>. PMID:20691672.
10. Hersbach AA, Grayden DB, Fallon JB, McDermott HJ. A beamformer post-filter for cochlear implant noise reduction. *J Acoust Soc Am.* 2013;133(4):2412-20. <http://dx.doi.org/10.1121/1.4794391>. PMID:23556606.
11. Geißler G, Arweiler I, Hehrmann P, Lenarz T, Hamacher V, Büchner A. Speech reception threshold benefits in cochlear implant users with an adaptive beamformer in real life situations. 2015;16(2):69-76.

12. Buechner A, Dyballa KH, Hehrmann P, Fredelake S, Lenarz T. Advanced beamformers for cochlear implant users: acute measurement of speech perception in challenging listening conditions. *PLoS One*. 2014;9(4):e95542. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0095542>. PMID:24755864.
13. Koch DB, Quick A, Osberger MJ, Saoji A, Litvak L. Enhanced hearing in noise for cochlear implant recipients. *Otol Neurotol*. 2014;35(5):803-9. <http://dx.doi.org/10.1097/MAO.0000000000000301>. PMID:24691504.
14. Spriet A, van Deun L, Eftaxiadis K, Laneau J. Speech understanding in background noise with the two-microphone adaptive beamformer BEAM??? in the Nucleus Freedom??? Cochlear implant system. *Ear Hear*. 2007;28(1):62-72. <http://dx.doi.org/10.1097/01.aud.0000252470.54246.54>.
15. Kokkinakis K, Loizou PC. The impact of reverberant self-masking and overlap-masking effects on speech intelligibility by cochlear implant listeners (L). *J Acoust Soc Am*. 2011;130(3):1099-102. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3614539>. PMID:21895052.
16. Hersbach AA, Arora K, Mauger SJ, Dawson PW. Combining directional microphone and single-channel noise reduction algorithms. *Ear Hear*. 2012;33(4):e13-23. <http://dx.doi.org/10.1097/AUD.0b013e31824b9e21>. PMID:22555182.
17. Dillier N, Lai WK. Speech intelligibility in various noise conditions with the Nucleus® 5 CP810 Sound Processor. *Audiology Res*. 2015;5(2):69-75. <http://dx.doi.org/10.4081/audiores.2015.132>. PMID:26779327.
18. Costa MJ. Desenvolvimento de listas de sentenças em português [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 1997.
19. UFSC: Universidade Federal de Santa Catarina. Babble noise: signal processing information base, noise. Speech babble. Soesterberg: Institute for Perception-TNO; 1990 [cited 2017 Sep 23]. Available from: <http://spib.linse.ufsc.br/noise.html>
20. Martin J, Poncet-Wallet C, Illg A, Perrin-Webb S, Henderson L, Noël-Petroff N, et al. Multicentre evaluation of the Naída CI Q70 sound processor: feedback from cochlear implant users and professionals. *Audiol Res*. 2016;6(2):160. <http://dx.doi.org/10.4081/audiores.2016.160>. PMID:28217275.
21. Mosnier I, Mathias N, Flament J, Amar D, Liagre-Callies A, Borel S, et al. Benefit of the UltraZoom beamforming technology in noise in cochlear implant users. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2017;274(9):3335-42. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-017-4651-3>. PMID:28664331.