

# Potenciais evocados auditivos de tronco encefálico em adultos em posição de repouso e em movimentação

## Auditory brainstem response in adults at rest position and movement

Andreia Borges de Oliveira Lot<sup>1</sup>, Liliane Desgualdo Pereira<sup>1</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Registrar os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico nas condições de repouso e movimento, no mesmo indivíduo, utilizando o novo equipamento/sistema *Integrity*, e verificar a concordância das respostas, quando comparadas a um equipamento/sistema convencional, padrão-ouro no mercado. **Métodos:** Trinta adultos com audição normal, de ambos os gêneros, entre 18 e 30 anos, foram submetidos ao Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. Para registro das respostas no mesmo indivíduo, foram usados dois equipamentos, um deles (*Integrity*) com tecnologia *bluetooth*, nas condições de repouso e movimento e outro, equipamento/sistema convencional, na condição de repouso. **Resultados:** A comparação entre as latências absolutas e interpicos observada nas condições de repouso e movimento, no equipamento *Integrity*, foi de equivalência. Os tempos de exame observados nos dois equipamentos, na condição de repouso, foram iguais. O tempo de aquisição do potencial evocado auditivo, na condição de movimento, foi maior que na condição de repouso, no equipamento *Integrity*. **Conclusão:** Os valores de referência em adultos ouvintes normais no equipamento *Integrity* foram os mesmos para as condições de repouso e em movimento. As latências obtidas nos dois equipamentos foram equivalentes na condição repouso. Houve concordância entre os valores das latências no equipamento *Integrity*, nas condições de repouso e de movimento.

**Descritores:** Potenciais evocados auditivos; Audição; Tronco encefálico; Eletrofisiologia; Adulto

### ABSTRACT

**Purpose:** Recording the evoked auditory brainstem response, in resting conditions and movement for the same individual, using new equipment/system *Integrity* and verifying the agreement of these responses when compared to a conventional gold device/system standard in the market. **Methods:** Thirty normal-hearing adults from both genders, aged 18 to 30 years, were submitted to Auditory Brainstem Response (ABR). Two devices, a device/system *Integrity*, using bluetooth technology, the conditions of rest and motion and other equipment/conventional system were used to record responses in the same individual. **Results:** The comparison between the absolute and interpeak latencies observed in conditions of rest and motion, equipment *Integrity* are similar. The examination times observed in both devices, in the resting are the same. The acquisition time ABR, provided movement is greater than the resting condition, the *Integrity* equipment. **Conclusion:** Values were obtained for normal ABR in normal hearing adults in equipment/system *Integrity*, which are the same for the conditions of the individual at rest and in motion. The latencies in the two devices are equivalent in the resting condition, there was an agreement between the values of latencies, equipment *Integrity*, on the conditions of rest and motion.

**Keywords:** Evoked potentials, Auditory; Hearing; Brain stem; Electrophysiology; Adult

Trabalho realizado no Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP – São Paulo (SP), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** *ABOL* pesquisador principal, elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, coleta e análise dos dados, redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; *LDP* orientadora, correção da redação do artigo, aprovação da versão final.

**Autor correspondente:** Andreia Borges de Oliveira Lot. E-mail: andreia.lot@hotmail.com

**Recebido em:** 27/4/2016; **Aceito em:** 6/9/2016

## INTRODUÇÃO

O exame do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) é um procedimento objetivo, não invasivo e de grande sensibilidade para avaliar a integridade da via auditiva<sup>(1)</sup>. No entanto, existem limitações no registro dos potenciais.

Potencial evocado é uma resposta complexa, de estimulação externa, que representa a atividade neural gerada em lugares anatomicamente separados. Os potenciais evocados auditivos podem ser classificados segundo vários critérios, sendo os mais frequentes a latência da resposta, o potencial mais característico e a origem anatômica das respostas no nível do sistema auditivo<sup>(2)</sup>.

O PEATE, potencial evocado auditivo de curta latência, consiste no registro da atividade elétrica que ocorre no sistema auditivo, em resposta a um estímulo acústico<sup>(3)</sup>. As atividades bioelétricas são classificadas com base no tempo transcorrido entre a apresentação do estímulo acústico e o seu surgimento (latência), que são analisados em milissegundos (ms). Os potenciais de curta latência ocorrem nos primeiros 10 ms após a estimulação<sup>(4,5)</sup>.

Os potenciais evocados auditivos podem ser influenciados substancialmente pelo nível de relaxamento do paciente durante o exame. O paciente deve cooperar, permanecendo quieto e relativamente imóvel durante a coleta de dados, pois qualquer movimento do corpo, especialmente da cabeça ou da mandíbula, produz potenciais miogênicos e/ou artefatos elétricos. A sedação pode ser necessária em algumas crianças e adultos que não podem ou não querem permanecer parados<sup>(6,7)</sup>.

O equipamento utilizado é outro fator a ser considerado na análise dos dados, garantindo a obtenção de resultados confiáveis e aumentando a precisão diagnóstica<sup>(8)</sup>.

Os registros dos equipamentos convencionais para avaliar o PEATE são obtidos por computador, amplificador e eletrodos conectados por fios a uma porta serial ou USB. Nesse contexto, pode haver contaminação de ruídos elétricos no amplificador, a partir do computador e da rede elétrica<sup>(9)</sup>.

Dentre as aplicações clínicas mais citadas, estão a avaliação das vias auditivas do tronco encefálico em adultos e a determinação do limiar auditivo eletrofisiológico, principalmente em crianças, tornando o PEATE indispensável como parte do conjunto de procedimentos usados para o diagnóstico audiológico, particularmente na clínica pediátrica<sup>(10,11,12,13,14,15,16,17,18)</sup>. Há vantagens e limitações na aplicação clínica e na correta interpretação do PEATE, que pode ser realizado em bebês, crianças pequenas e em pacientes difíceis de serem avaliados. Entretanto, exige que o paciente esteja calmo e relaxado, em especial nas regiões da cabeça, pescoço e ombros. Ruídos fisiológicos e ambientais podem interferir na captação da resposta.

Para minimizar as possíveis interferências e/ou artefatos na avaliação eletrofisiológica auditiva, foi desenvolvido o novo equipamento/sistema *Integrity*, que utiliza a tecnologia *bluetooth*. O sistema registra os potenciais evocados auditivos

de tronco encefálico, mesmo em ambientes com interferência de ruídos elétricos e em pacientes não relaxados<sup>(19)</sup>.

Diante do exposto, o presente estudo teve por objetivo registrar os potenciais evocados auditivos de curta latência no indivíduo ouvinte, nas posições de repouso e de movimento, utilizando o novo equipamento/sistema *Integrity*, e verificar a concordância das respostas, quando comparadas a um equipamento/sistema convencional, padrão-ouro no mercado, no mesmo indivíduo.

## MÉTODOS

O estudo do tipo transversal observacional analítico foi realizado no Núcleo Integrado de Assistência, Pesquisa e Ensino em Audição (NIAPEA) da Disciplina de Distúrbios da Audição do Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP).

Os procedimentos foram iniciados após aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da UNIFESP, sob protocolo de número CEP 87065. Todos os sujeitos incluídos na pesquisa foram instruídos quanto aos procedimentos que seriam realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, autorizando a sua participação voluntária no estudo. Para a realização da pesquisa, foram avaliados 30 adultos, de ambos os gêneros, e idade variando entre 18 e 30 anos, sem queixas otológicas e/ou neurológicas e com limiares auditivos até 20 dBNA.

A avaliação dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico foi realizada com o equipamento/sistema da marca Vivosonic®, modelo *Integrity*, utilizando a tecnologia *bluetooth*, e com o equipamento/sistema da marca Intelligent Hearing (IHS)®, modelo *Smart EP*, considerado como padrão-ouro. A avaliação foi dividida em duas etapas: 1º etapa – posição estática, isto é, sem movimentação, ou relaxada. Esta etapa foi denominada de Condição Repouso do Indivíduo – sistemas *Integrity* e *Smart EP*. O paciente foi orientado a permanecer relaxado, imóvel, reclinado em uma poltrona e com os olhos fechados, em ambiente escuro, silencioso; 2º etapa – posição em movimentação. Esta etapa foi denominada de Condição em Movimento do Indivíduo – sistema *Integrity*. O paciente foi instruído a sentar-se, movimentar seu rosto, abrir os olhos e ler um texto em voz alta, até a conclusão do exame.

Na pesquisa das respostas elétricas do tronco encefálico, foram utilizados os seguintes parâmetros: estímulo clique não filtrado, que abrange uma faixa de frequências de 2 a 4 kHz, com duração de 100 microssegundos ( $\mu$ s), frequência de estimulação de 19,3 cliques/s, intensidade de 80 dB nNA, total de 2000 promediações na polaridade rarefeita (negativa), para cada orelha. Os filtros passa-alto e passa-baixo foram de 100-3000 Hz. A duplicação de cada registro foi realizada, para assegurar a reprodutibilidade e fidedignidade das ondas. Foram utilizados fones de inserção (ER-3A) e os estímulos foram apresentados de forma monoaural e com captação ipsilateral à orelha aferente<sup>(20)</sup>.

As avaliações dos potenciais evocados foram conduzidas apenas quando a impedância entre os eletrodos conectados à pele era inferior a 2 k $\Omega$  e as diferenças intereletrodos, abaixo de 1 k $\Omega$ . A velocidade foi selecionada desta forma para gerar respostas com morfologia das ondas do PEATE mais definidas. Antes da colocação dos eletrodos descartáveis, as áreas onde seriam fixados foram limpas com NuPrep gel abrasivo e gaze, com o objetivo de reduzir a impedância elétrica. O eletrodo terra foi posicionado na frente (Fpz), abaixo do eletrodo ativo (Fz), os eletrodos de referência (M1), na mastoide esquerda e (M2) na mastoide direita. O estímulo foi apresentado através de olivas descartáveis, posicionadas dentro do conduto auditivo de cada voluntário<sup>(21)</sup>. Os picos das ondas foram identificados e marcados com os algarismos romanos I, III e V, sendo consideradas ondas, apenas aquelas que obtiveram reprodutibilidade. Por meio da marcação dos picos das ondas, foi possível obter os valores das latências absolutas I, III e V e das latências interpicas I-III, III-V e I-V.

Foi realizada a análise descritiva das latências absolutas das ondas I, III e V, e latências interpicas I-III, III-V e I-V na condição de repouso, nos equipamentos IHS e *Integrity*, e nas condições de repouso e movimento no *Integrity*, bem como o tempo dos exames. Para avaliar a concordância das medidas nos dois equipamentos e nas duas condições, foi calculado o coeficiente de correlação intraclasse, ou coeficiente de concordância<sup>(22)</sup>. Os valores desse coeficiente variam de 0 a 1 e, de forma geral, valores maiores que 0,75 indicam concordância forte e valores menores do que 0,4, concordância fraca.

Para comparar os tempos de exame nos dois equipamentos e no *Integrity*, nas duas condições, foi aplicado o teste de McNemar<sup>(23)</sup>.

## RESULTADOS

As médias das latências absolutas das ondas I, III e V e as médias das latências interpicas I-III, III-V e I-V, obtidas nos sistemas *Smart EP* e *Integrity*, na condição de repouso do paciente, foram semelhantes. Notou-se que as médias das latências das ondas I, III e V observadas no equipamento *Smart EP* foram maiores que as observadas no equipamento *Integrity* (Tabela 1).

Em relação às médias das latências absolutas das ondas I, III e V e as médias das latências interpicas I-III, III-V e I-V obtidas no sistema *Integrity*, nas condições de repouso e movimento, os valores do coeficiente de correlação intraclasse indicaram concordância forte entre as duas condições pesquisadas. As médias observadas no equipamento *Integrity*, nas condições de repouso e movimento, foram próximas (Tabela 2).

O diagrama de dispersão da latência, quando utilizado o equipamento *Integrity*, nas condições de repouso e movimento, encontra-se ilustrado de acordo com cada registro, nas Figuras 1 (Onda I), 2 (Onda III), 3 (Onda V) e 4 (interpicas I-III, III-V e I-V). Os resultados obtidos mostram que houve concordância forte entre as medidas obtidas, nas duas condições.

Para comparar os tempos de exame no *Integrity*, nas condições de repouso e movimento, foram criadas as categorias de tempo “menor ou igual a 2 minutos” e “maior que 2 minutos”. Observou-se que 29 dos sujeitos (96,7%) tiveram tempo menor ou igual a 2 minutos no repouso e tempo maior que 2 minutos no movimento. Na orelha esquerda, todos os indivíduos tiveram tempo menor ou igual a 2 minutos no repouso e tempo maior que 2 minutos no movimento. As distribuições de frequências e porcentagens conjuntas e marginais do tempo categorizado estão apresentadas na Tabela 3 (orelha direita) e na Tabela 4 (orelha esquerda).

**Tabela 1.** Valores médios das latências absolutas e interpicas (ms) nos equipamentos *Smart EP* e *Integrity*, na condição repouso, para ambas as orelhas

Equipamento	n		I	III	V	I-III	III-V	I-V
Smart EP	60	M	1,58	3,69	5,57	2,11	1,88	3,99
		DP	0,09	0,14	0,15	0,14	0,14	0,15
Integrity	60	M	1,47	3,59	5,49	2,11	1,90	4,02
		DP	0,11	0,15	0,17	0,12	0,11	0,16

**Legenda:** M = média; DP = desvio padrão; I = latência da onda I; III = latência da onda III; V = latência da onda V; I-III = latência interpico I-III; III-V = latência interpico III-V; I-V = latência interpico I-V

**Tabela 2.** Valores médios das latências absolutas e interpicas no equipamento *Integrity* e das diferenças médias das latências nas condições de repouso e movimento, para ambas as orelhas

Equipamento	n		I	III	V	I-III	III-V	I-V
<i>Integrity</i> repouso	60	M	1,47	3,59	5,49	2,11	1,90	4,02
		DP	0,07	0,14	0,17	0,12	0,11	0,16
<i>Integrity</i> movimento	60	M	1,47	3,58	5,48	2,11	1,90	4,01
		DP	0,08	0,10	0,16	0,13	0,11	0,16
Diferença	60	M	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01

**Legenda:** M = média; DP = desvio padrão; I = latência da onda I; III = latência da onda III; V = latência da onda V; I-III = latência interpico I-III; III-V = latência interpico III-V; I-V = latência interpico I-V

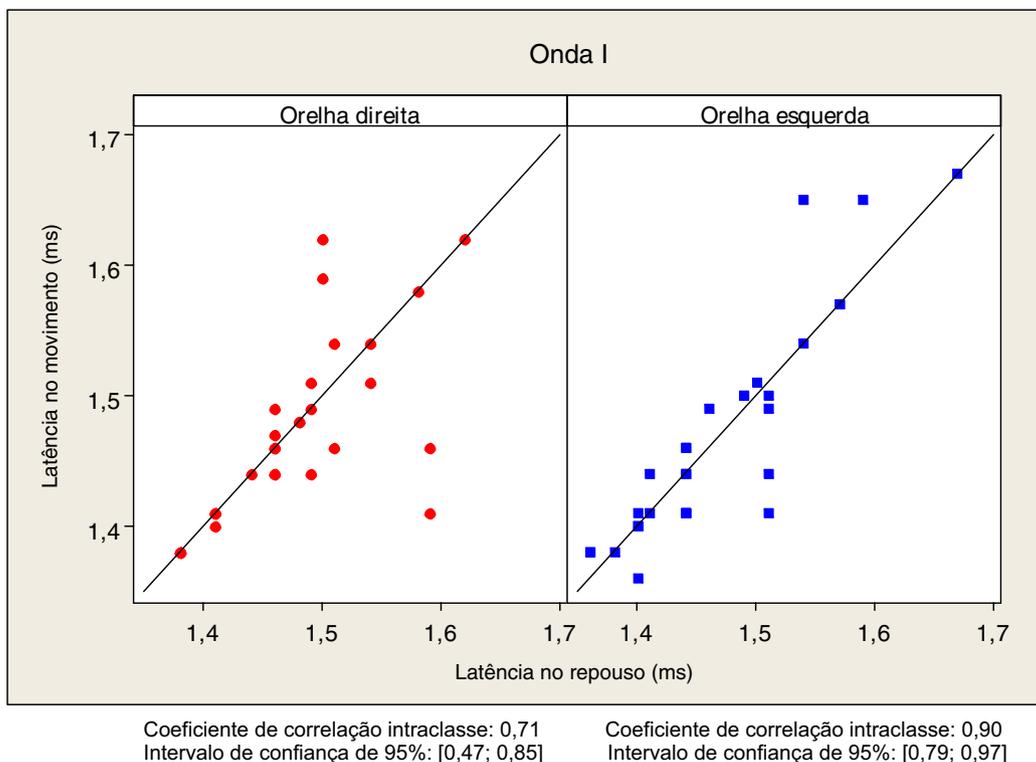


Figura 1. Diagramas de dispersão da latência da onda I no *Integrity*, no repouso e movimento, por orelha

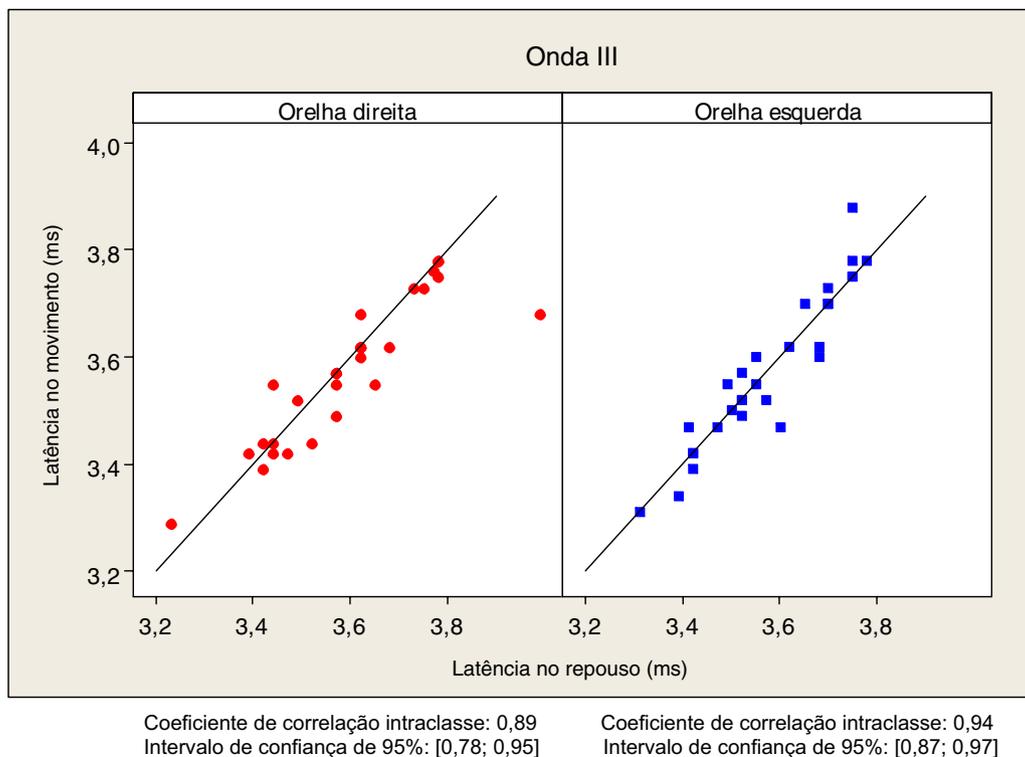
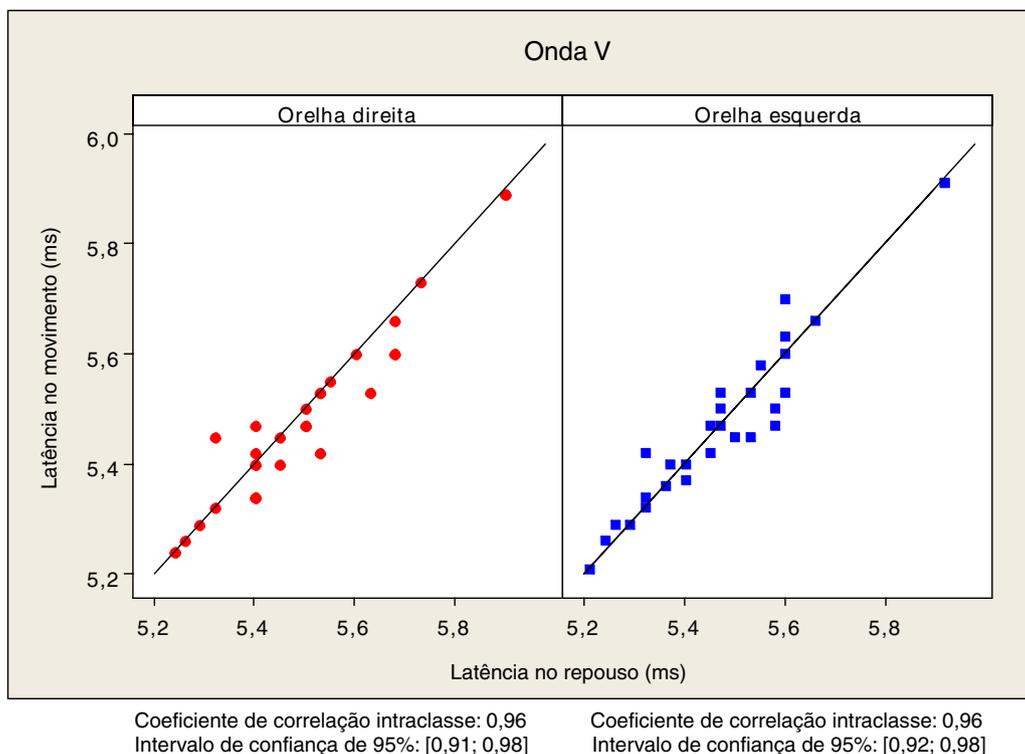


Figura 2. Diagramas de dispersão da latência da onda III no *Integrity*, no repouso e movimento, por orelha

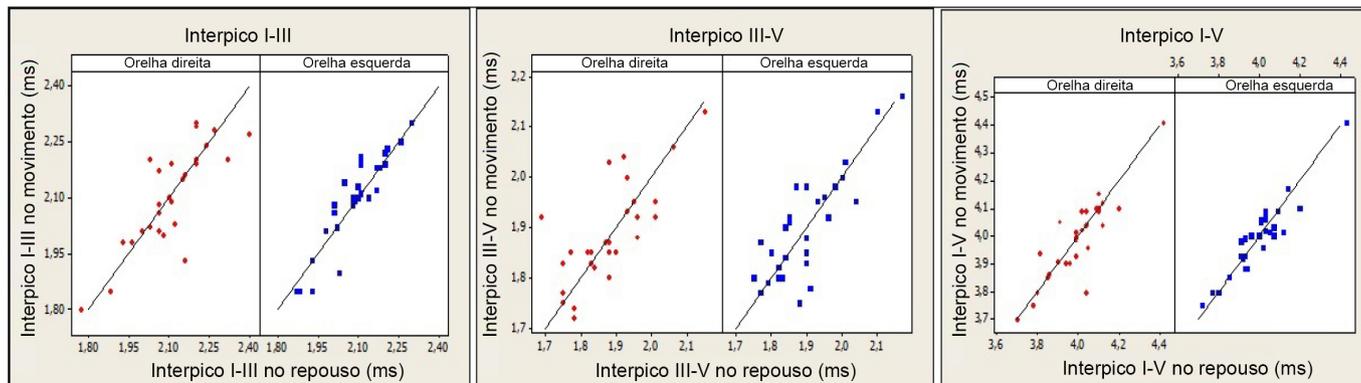
## DISCUSSÃO

As médias das latências absolutas das ondas I, III e V, como também as médias das latências interpicos I-III, III-V e I-V, obtidas nos sistemas *Smart EP* e *Integrity*, na condição de repouso do

paciente, foram semelhantes (Tabelas 1 e 2). Embora as médias das latências absolutas observadas no sistema *Smart EP*, principalmente na latência absoluta da onda I, tenham sido maiores que as observadas no sistema *Integrity*, na maioria dos indivíduos, os valores do coeficiente de correlação intraclass (Figuras 1 a 4)



**Figura 3.** Diagramas de dispersão da latência da onda V *Integrity*, no repouso e movimento, por orelha



**Figura 4.** Diagramas de dispersão dos interpicos I-III, III-V e I-V *Integrity*, no repouso e movimento, por orelha

**Tabela 3.** Distribuições de frequências e porcentagens marginais e conjuntas do tempo de exame no *Integrity*, nas condições repouso e no movimento, na orelha direita

Tempo repouso	Tempo movimento		Total
	≤2	>2	
≤2	1 3,3%	29 96,7%	30 100%
>2	0 0%	0 0%	0 0%
<b>Total</b>	<b>1</b> 3,3%	<b>29</b> 96,7%	<b>30</b> 100%

**Tabela 4.** Distribuições de frequências e porcentagens marginais e conjuntas do tempo de exame no *Integrity*, nas condições repouso e no movimento, na orelha esquerda

Tempo repouso	Tempo movimento		Total
	≤2	>2	
≤2	0 0%	30 100%	30 100%
>2	0 0%	0 0%	0 0%
<b>Total</b>	<b>0</b> 0%	<b>30</b> 100%	<b>30</b> 100%

O tempo de exame no movimento é maior que no repouso ( $p < 0,001$ ), nas duas orelhas

indicam concordância entre as medidas em um mesmo indivíduo, nos dois equipamentos. O coeficiente de correlação intraclass indica forte concordância entre os achados em ambos os sistemas/equipamentos. Desta forma, os registros eletrofisiológicos, quanto à variável média das latências absolutas das ondas I, III e

V e das latências interpicos I-III, III-V e I-V, no sistema *Integrity*, foram compatíveis com os de um equipamento padrão-ouro do mercado. Na literatura especializada<sup>(24,25,26)</sup>, verificou-se que os

valores médios das latências da onda I variaram entre 1,50 e 1,68 ms, da onda III variaram entre 3,50 e 3,80 ms e da onda V variaram entre 5,50 e 5,64.

Os achados do presente estudo, em condição de repouso do indivíduo, concordam com a literatura consultada<sup>(6,9,10,11,27,28)</sup>, que afirmou que, para se obter resultados confiáveis na avaliação do PEATE, em equipamentos convencionais, é necessário que o paciente permaneça calmo, relaxado, sem se movimentar, pois ruídos fisiológicos e ambientais podem interferir na captação da resposta. Os autores afirmaram, ainda, que a avaliação deve ser realizada em sala com tratamento acústico e elétrico e o paciente deve ser acomodado de forma confortável em uma maca ou em poltrona reclinável, para minimizar a interferência de artefatos elétricos e musculares. Os potenciais evocados auditivos podem ser influenciados substancialmente pelo estado de relaxamento do paciente durante o exame e, por isso, ele deve permanecer quieto e relativamente imóvel durante a coleta de dados. Qualquer movimento do corpo, especialmente da cabeça ou da mandíbula, produz potenciais miogênicos e/ou artefatos elétricos. Movimentos de contração do masseter ou da musculatura cervical, deglutição e tosse podem causar grande ruído de fundo e inviabilizar a realização do exame, muitas vezes sendo indicada a realização do exame sob sedação, que, conforme ressaltou um estudo, possui desvantagens clínicas, tais como alto custo, risco e atraso no diagnóstico<sup>(29)</sup>.

Em relação às médias das latências absolutas das ondas I, III e V e as médias das latências interpicos I-III, III-V e I-V obtidas no sistema *Integrity*, nas duas condições, repouso e movimento, os valores do coeficiente de correlação intraclasse indicaram a concordância forte entre ambas, demonstrando a eficácia desse novo sistema para avaliar pacientes em condições de movimentação.

Esses achados estão de acordo com estudos que relataram que o sistema *Integrity* foi desenvolvido para ser menos sensível às interferências elétricas, permitindo o movimento e, consequentemente, a aquisição dos potenciais em pacientes inquietos, sem a necessidade de sedação<sup>(30)</sup>. A comunicação entre o computador e a interface sem fios elimina a entrada de ruídos elétricos gerados a partir do computador e da rede elétrica, sendo possível registrar o PEATE em ambientes com interferência de ruídos elétricos e em pacientes não relaxados. A redução dos efeitos dos artefatos musculares, através da técnica de filtragem utilizada, permite o registro do PEATE durante a atividade muscular do paciente, como, por exemplo, enquanto está se movendo ou falando<sup>(30)</sup>. Essa nova tecnologia foi concebida para ser menos sensível a interferências do que os outros sistemas/equipamentos comercialmente disponíveis, gerando benefícios importantes para os pacientes, fonoaudiólogos e hospitais<sup>(30)</sup>.

Um estudo realizado com 103 crianças, utilizando o sistema *Integrity*, avaliou o PEATE sem sedação. Nenhuma criança recebeu qualquer sedativo ou anestésico antes da coleta de dados, 72% das crianças estavam relaxadas, mas não dormindo, 16% estavam acordadas e em movimento e 12%, adormecidas. O estudo concluiu que o sistema *Integrity* reduz em até 66% a necessidade

de sedação ou anestesia em crianças pequenas. Reduz, também, os custos com sedação e cuidados na administração da anestesia, além do tempo de espera para a realização do PEATE nessas crianças pequenas que necessitariam de sedação<sup>(28)</sup>.

Com o objetivo de validar o sistema *Integrity*, outro estudo avaliou o PEATE de dez indivíduos adultos com audição normal e idade entre 18 e 30 anos, e comparou os resultados obtidos no equipamento *Integrity* com um equipamento convencional, *Audera*, da marca GSI. Duas condições foram investigadas para determinar a correlação entre os dispositivos: situação ruidosa, em que os sujeitos foram orientados a chupar pirulito e uma situação tranquila, com os indivíduos relaxados. Os resultados demonstraram que, para o sistema convencional, na condição ruidosa, não foi possível adquirir o PEATE em oito dos dez sujeitos avaliados. Já no sistema *Integrity*, todos os sujeitos apresentaram PEATE normal nas duas condições. Os autores concluíram que há melhora significativa na obtenção do PEATE no equipamento *Integrity*, em situações de artefatos, demonstrando a capacidade do sistema em proporcionar um diagnóstico em crianças ativas, evitando a necessidade de sedação e anestesia. Afirmaram, também, que a validação dessa nova tecnologia para estimar os limiares auditivos em crianças pequenas não sedadas é justificada<sup>(30)</sup>.

As médias descritivas relacionadas ao tempo do exame, observadas no sistema *Smart EP* e no sistema *Integrity*, na condição de repouso, foram iguais a 2 minutos em ambos os equipamentos. Quando analisado o tempo de exame na orelha direita e na orelha esquerda, nos dois equipamentos, na mesma condição, não houve diferença significativa. Já quando comparadas as médias descritivas relacionadas ao tempo do exame (Tabelas 3 e 4), observadas no mesmo equipamento, *Integrity*, nas condições de repouso e movimento, o tempo do exame na condição de movimento foi de 4 minutos, ou seja, o dobro do tempo da condição de repouso.

## CONCLUSÃO

Os valores de referência em adultos ouvintes normais, obtidos no equipamento *Integrity*, foram os mesmos para as condições do indivíduo no repouso e em movimento. Houve concordância entre os valores das latências absolutas I, III e V e valores das latências interpicos I-III, III-V e I-V, nos dois equipamentos/sistemas, *IHS* e *Integrity*, na condição de repouso.

## REFERÊNCIAS

1. Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human auditory evoked potentials: possible brain stem components detected on the scalp. *Science*. 1970;167(3924):1517-8. <http://dx.doi.org/10.1126/science.167.3924.1517>
2. Hood L. The normal auditory brainstem response. In: Hood L. *Clinical applications of the auditory brainstem response*. San Diego: Singular; 1998. p. 126-44.

3. Esteves MCBN, Aringa AHBD, Arruda GV, Aringa ARD, Nardi JC. Estudo das latências das ondas dos potenciais auditivos de tronco encefálico em indivíduos normo-ouvintes. *J Bras Otorrinolaringol.* 2009;75(3):420-5. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942009000300018>
4. Lima MAMT. Potencial evocado auditivo: eletrococleografia e audiometria de tronco encefálico. In: Frota S. Fundamentos em fonoaudiologia: audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998. p 147-60.
5. Luccas FJC, Manzano GM, Ragazzo PC. Potencial evocado auditivo: tronco cerebral: estudo normativo. *Arq Bras Neurocirurg.* 1983;2(2):149-62.
6. Sokolov Y. ABR testing in children made easy. *Hearing Rev.* 2007 [citado 7 set 2012]; (International). Disponível em: <http://www.hearingreview.com/2008/03/abr-testing-in-children-made-easy/>
7. Valette CM, Decoster DMH, Lima MAMT, Torraca TSS, Tomita S. Kós AOA. Distribuição por gênero e faixa etária das aplicações clínicas da audiometria de tronco encefálico. *Acta ORL.* 2006;24(4):281-3.
8. Flabiano F, Leite R, Matas C. Audiometria de tronco encefálico em adultos audiológicamente normais: comparação das latências absolutas das ondas I, III, V, interpicos I-III, III-V, I-V, amplitudes das ondas I, III, V e relação da amplitude V/I, obtidas em dois equipamentos diferentes. *Acta ORL.* 2002 [citado 7 set 2012];21(2). Disponível em: <http://www.actaawho.com.br/edicao/conteudo.aspediid=5&tpc>
9. Hall JW. Analysis an interpretation. Boston: Pearson Education. 2007. New handbook for auditory evoked responses, p. 212-57.
10. Jiang ZD, Brosi DM, Li ZH, Chen C, Wilkinson A. Brainstem auditory function at term in preterm babies with and without perinatal complications. *Pediatr Res.* 2005;58(6):1164-9. <http://dx.doi.org/10.1203/01.pdr.0000183783.99717.2b>
11. Jiang ZD, Wilkson AR. Does peripheral auditory threstold correlate with brainstem auditory function at term in preterm infants? *Acta Otolaryngol.* 2006;126(8):824-7. <http://dx.doi.org/10.1080/00016480500527177>
12. Cristobal R, Oghalai JS. Hearing loss in children with very low birth weight: current review of epidemiology and pathophysiology. *Arch Dis Child Fetal Neonatal.* 2008;93(6):462-8. <http://dx.doi.org/10.1136/adc.2007.124214>
13. Rodrigues GRI, Lewis DR. Threshold prediction in children with sensorineural hearing loss using the auditory stady-state response and tone-evoked auditory brain stem response. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2010;74(5):540-6. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.02.017>
14. Rosa LAC, Suzuki MR, Angrisani RG, Azevedo MF. Auditory Brainstem Response: reference-values for age. *CoDAS.* 2014;26(2):117-21. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/2014469IN>
15. Casali RL, Santos MFC. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico: padrão de respostas de lactentes termos e prematuros. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(6):729-38. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000600011>
16. Marcoux AM. Maturation of auditory function related to hearing threshold estimations using the auditory brainstem response during infancy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2011;75(2):163-70. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2010.10.027>
17. Coenraad S, Hoeve LJ, Goedegebure A. Incidence and clinical value of prolonged I-V interval in NICU infants after failing neonatal hearing screening. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2011;268(4):501-5. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-010-1415-8>
18. Amorim RB, Agostinho-Pesse RS, Alvarenga KF. The maturational process of the auditory system in the first year of life characterized by brainstem auditory evoked potentials. *J Appl Oral Sci.* 2009;17(n spe):57-62. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-77522009000700010>
19. Sokolov Y, Kurtz I, Isaac K, Aaron S, Long G, Sokolova O et al. Freedom from sedation: a new technology for ABRs. *Hear Rev.* 2007 [citado 7 set 2012].Disponível em: <http://www.hearingreview.com/2007/04/freedom-from-sedation-a-new-technology-for-abrs/>
20. Munhoz MSL, Silva MLG, Caovilla HH, Frazza MM, Ganança MG, Câmara JLZ. Respostas auditivas de tronco encefálico. In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM. *Audiologia clínica.* São Paulo: Atheneu; 2000. p. 191-220.
21. Jasper HA. The tem-twenty system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1958;10:371-5.
22. Fleiss, J. L. Design and analysis of clinical experiments. New York: John Wiley & Sons; 1986.
23. Fisher, LD, Van Belle, G. Biostatistics. New York: John Wiley & Sons; 1993.
24. Anias CR, Lima MAMT, Kós AOA. Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2004;70(1):84-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992004000100014>
25. Lima JP, Alvarenga KF, Foelkel TP, Monteiro CZ, Agostinho RS. Os efeitos da polaridade nos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2008;74(5):725-30. <http://dx.doi.org/10.1590/S0034-72992008000500014>
26. Soares IA, Menezes PL, Carnaúba ATL, Pereira LD. Padronização do potencial evocado auditivo de tronco encefálico utilizando um novo equipamento. *Pro Fono* 2010;22(4):421-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000400010>
27. Widen JE, Keener SK. Diagnostic testing for hearing loss in infants and young children. *MRDD Research Reviews.* 2003;9(4):220-4. <http://dx.doi.org/10.1002/mrdd.10083>
28. Norrix LW, Trepanier S, Atlas M, Kim D. The auditory brainstem response: latencies obtained in children while under general anesthesia. *J Am Acad Audiol.* 2012;23(1):57-63. <http://dx.doi.org/10.3766/jaaa.23.1.6>
29. Assis CL, Souza FCR, Baraky LR, Bernardi AP. Estudo da audiometria de tronco encefálico em indivíduos de 20 a 30 anos com audição normal. *Rev CEFAC.* 2005;7(1):87-92.
30. Sokolov Y, Kurtz I, Isaac K, Aaron S, Long G, Sokolova O. Integrity technology: making ABR practical; 2005 [citado 7 set 2012]. Disponível em: <http://www.vivosonic.com/en/support/files/Integrity-Technology-2005.pdf>