

Análise dos sons da deglutição pelo sonar Doppler em indivíduos normais na faixa etária pediátrica

Doppler sonar analysis of swallowing sounds in normal pediatric individuals

*Cibele Fontoura Cagliari*¹, *Ari Leon Jurkiewicz*²,
*Rosane Sampaio Santos*³, *Jair Mendes Marques*⁴

Palavras-chave: deglutição, efeito doppler, faringe, laringe.
Keywords: swallowing, doppler effect, pharynx, larynx.

Resumo / Summary

Dentre a variabilidade de métodos para o estudo da deglutição temos a videofluoroscopia dinâmica da deglutição, a endoscopia da deglutição e a ausculta cervical através do microfone, acelerômetro e mais recentemente pelo sonar Doppler. **Objetivo:** Analisar os sons da deglutição em indivíduos entre mais de dois e 15 anos de idade sem disfagia orofaríngea obtidos na ausculta cervical pelo sonar Doppler. **Forma de Estudo:** Estudo de coorte histórica com corte transversal. **Material e Método:** estudaram-se 90 indivíduos em Curitiba (2006/2007). Aplicaram-se as subfaixas mais de dois a cinco, mais de cinco a 10 e mais de 10 a 15 anos de idade. Estabeleceram-se as médias nas variáveis de frequência, intensidade e tempo para as deglutições de saliva e de consistências líquida e pastosa. **Resultados:** Obtiveram-se dados objetivos e mensuráveis, encontrando-se significância em relação ao sexo em algumas subfaixas etárias e consistências estudadas em todas as variáveis, exceto no tempo de deglutição. **Conclusão:** A ausculta cervical pelo sonar Doppler é um método sensível para detectar os sons da deglutição. Houve interferência na deglutição relacionada com a saliva e as consistências alimentares testadas e com o desenvolvimento biológico da faixa etária em questão. É um método de fácil aplicação, barato e não invasivo.

Among the methods for assessing swallowing sounds - videofluoroscopy modified barium study, fiberoptic swallowing endoscopy, neck auscultation through a microphone, accelerometer and, more recently, the Doppler sonar - we have chosen the latter. **Aim:** to analyze swallowing sounds by cervical auscultation using Doppler sonar, in a population between 2 and 15 years without oro-pharyngeal dysfunction. **Study design:** cross-sectional historical cohort. **Materials and methods:** we investigated 90 individuals in Curitiba (2006/2007). The population was separated by age into 3 groups: from 2 to 5 years, from 5 to 10 years of age and from 10 to 15 years of age. We obtained the average values for frequency, intensity and swallowing duration for saliva, liquid and pasty foods). **Results:** objective and measurable data were obtained. Significance related to gender was found in certain age groups and consistencies, under all the studied variables, except swallowing time. **Conclusion:** neck auscultation using Doppler sonar is a sensitive method to detect swallowing sounds. There was swallowing interference associated with saliva and the other tested food types and with the biological development of the age range being studied. It is an easy to apply method, not expensive and non-invasive.

¹ Mestre em Distúrbios da Comunicação, Chefe Serviço Fonoaudiologia do Hospital Pequeno Príncipe.

² Doutor em Anatomia pela UNIFESP, Professor Adjunto do Mestrado e Doutorado em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná.

³ Mestre em Distúrbios da Comunicação pela Universidade Tuiuti do Paraná, Docente do curso de Fonoaudiologia da Universidade Tuiuti do Paraná.

⁴ Doutor em Ciências Geodésicas pela Universidade Federal do Paraná, Professor Titular do Mestrado e Doutorado em Distúrbios da Comunicação da Universidade Tuiuti do Paraná.

Universidade Tuiuti do Paraná.

Endereço para correspondência: Av. Nossa Senhora da Luz 35 cj. 205 Bairro Bacacheri Curitiba PR 82510-020.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 16 de junho de 2008. cod. 5893

Artigo aceito em 25 de março de 2009.

INTRODUÇÃO

A avaliação instrumental conjugada ao exame clínico da deglutição contribui de modo decisivo na definição de condutas sequenciais. Mecanismos que viabilizem esta prática exigem que novas metodologias sejam criadas, testadas e exploradas.

A ausculta cervical pelo sonar Doppler é uma técnica inovadora, caracterizada como um método não-invasivo, sem exposição à radiação, de fácil aplicabilidade e de baixo custo¹, com ganho de credibilidade na avaliação clínica da deglutição².

Todo o movimento das estruturas musculares, ósseas, cartilaginárias e mucosas associado à passagem do bolo alimentar produz distintos e sucessivos sons³. A ausculta cervical é definida como um método para escutar os sons da deglutição, com um instrumento amplificador, durante a fase faríngea⁴.

Este método envolve a colocação de um sensor no pescoço do indivíduo para escutar e/ou gravar os sinais acústicos captados por um microfone⁵ para avaliar principalmente a competência da deglutição faríngea e a interação com a respiração. Os sons do trânsito do bolo alimentar podem ser avaliados, assim como os movimentos discretos da laringe e da faringe, que antecedem e sucedem o transporte do alimento⁶.

Há muito ruído competitivo na ausculta cervical devido à região do pescoço ser relativamente pequena e com constante e significativa atividade acústica. A maior parte do ruído é de natureza hidráulica pela presença de vasos sanguíneos, secreções, líquido cefalorraquidiano e pela passagem do ar⁷.

Estudos prévios sobre a ausculta cervical incluíram análises acústicas², medidas fisiológicas⁸ e considerações processuais e instrumentais⁹.

Um dos aspectos sobre a metodologia, amplamente investigado, refere-se ao local para detecção dos sinais de deglutição faríngea onde haja uma melhor relação sinal-ruído. Através do uso de um acelerômetro foi realizada uma varredura em 24 pontos do pescoço. Destes, três foram indicados para o uso durante a ausculta cervical, sendo a área sobre a região lateral da traqueia, imediatamente inferior à cartilagem cricóideia, selecionada como o melhor ponto para detecção dos sons da deglutição¹⁰.

A mais proeminente característica acústica do som da deglutição corresponderia ao movimento do bolo alimentar através do esfíncter esofágico superior, onde o mecanismo de movimento do osso hioide, laringe e epiglote contribui para o sinal acústico da deglutição¹¹.

A ação respiratória das vias aéreas superiores ou as mudanças abruptas na respectiva musculatura, durante a fase faríngea da deglutição, são também descritas como componentes sonoros¹².

Mudanças de características espectrais são causadas pelo aumento da velocidade do bolo alimentar, que

corresponde ao início do fluxo pressurizado no esôfago⁸.

Três componentes do som da deglutição são referidos, sendo o primeiro como um fraco sinal associado com a elevação da laringe e com o fluxo do bolo alimentar através da faringe; o segundo, e mais forte som, está relacionado com a abertura do esfíncter esofágico superior; e o terceiro, um som fraco, em relação à descida da laringe após a deglutição¹³.

A marca acústica da deglutição pode ser discutida em termos de duração e frequência do sinal acústico e da amplitude da onda sonora¹⁴. A análise dessas características na deglutição de substâncias de consistências líquida e sólida deve ser feita em relação ao gênero e a idade¹⁵.

Os parâmetros que definem a deglutição e seus distúrbios no adulto não podem ser sempre aplicados na criança, pelas diferenças na relação das estruturas anatómicas¹⁶. A laringe da criança não é uma simples miniatura daquela do adulto, pois existem diferenças significativas no tamanho, na posição com relação à coluna vertebral, na composição das cartilagens e tecidos moles e na adaptação ao ambiente^{17,18}.

O som é uma onda mecânica que se propaga através do meio, produzida por uma fonte vibrante. Os sons com frequência superior a 25000Hz, inaudíveis à espécie humana, são conhecidos como ultrassons¹⁹. A ultrasonografia baseia-se no fenômeno de interação do som e tecidos, ou seja, a partir da transmissão de onda sonora pelo meio, observam-se as propriedades mecânicas dos tecidos. O transdutor é a parte do equipamento responsável pela geração, transmissão e captação dos ultrassons ao converter a energia elétrica em energia ultrassônica e vice-versa. Uma das principais peculiaridades do método ultrasonográfico é a possibilidade de um estudo não-invasivo através do efeito Doppler.

O efeito Doppler é definido como a alteração na sensação de frequência resultante de uma situação em que a fonte sonora é móvel, deslocando-se a uma velocidade constante, e o receptor encontra-se parado em algum ponto da trajetória. Com a aproximação da fonte sonora ao receptor, este recebe maior número de ondas por unidade de tempo (frequência maior) e com o afastamento recebe um menor número de ondas (frequência menor)²⁰.

No Doppler contínuo o sinal emitido pode ser representado por uma senoide contínua, cuja amplitude está associada à variação de pressão no meio de propagação ou ao deslocamento das partículas²¹. O computador é capaz de digitalizar os sons e processar os ruídos produzidos pela deglutição em representações visuais de formato de onda.

A viabilidade do uso do sonar Doppler contínuo, como instrumento auxiliar na avaliação dos sons da deglutição e na identificação de parâmetros acústicos, foi demonstrada em 50 adultos normais na deglutição com a saliva e com substâncias de consistência alimentar líquida e pastosa¹.

OBJETIVO

Analisar os sons da deglutição em indivíduos com mais de dois a 15 anos de idade sem disfagia orofaríngea obtidos através da ausculta cervical pelo sonar Doppler.

MATERIAL E MÉTODO

Estudaram-se 90 indivíduos dispostos conforme o Quadro 1. Para efeito de classificação por faixa etária os meses foram transformados em frações de anos.

Os critérios de inclusão foram a idade mínima de mais de dois anos e máxima de 15 anos e deglutição normal em todas as suas fases comprovada pela prévia avaliação fonoaudiológica realizada pela pesquisadora.

Os critérios de exclusão foram a dificuldade respiratória de qualquer origem e alteração estrutural ou funcional que pudesse interferir na deglutição, informação obtida através dos responsáveis e pela avaliação da pesquisadora.

Equipamentos e Software

Utilizou-se um detector ultrassônico portátil (modelo DF-4001, marca Martec) com transdutor de disco plano, de cristal único (Figura 1), fornecendo a interface ao Doppler. A frequência do ultrassom por efeito Doppler é de 2,5MHz, com saída de 10mW/cm². A potência de saída do som é de 1W.

O equipamento do Doppler contínuo foi acoplado a um notebook marca Positivo com processador Intel Celeron M360, com 1,4GHz, 240MB de memória Ram, placa de vídeo com acelerador gráfico integrado Via UniChrome PRO IGP e 64MB de memória, Combo Drive (leitor de DVD - gravador de CD), áudio de alta definição ALC655 integrado compatível com AC'97, com sistema operacional Windows XP Professional (Figura 2).

Os sinais acústicos foram gravados e analisados pelo software VoxMetria versão 2.8h22, através do arquivo de análise de voz (Figura 3).

Normatização das Consistências Alimentares

Definiram-se as consistências alimentares líquida como a deglutição de 2,5ml de água oferecidos em copo descartável e pastosa como a deglutição de 2,5ml do produto Danoninho@[1], oferecidos em colher descartável, em temperatura refrigerada.

Procedimentos

Para o processo de captação dos sons da deglutição o indivíduo recebeu a orientação para permanecer sentado e o pescoço com livre acesso.

Certificou-se que todos, principalmente os da subfaixa etária menor, compreendiam os comandos verbais prévios que lhes eram dados, com seguimento rigoroso do protocolo estabelecido. A colaboração dos participantes foi uniformemente satisfatória.

Foram orientados para deglutir o volume oferecido de uma só vez. A deglutição ocorreu em seguida ao sinal do avaliador, cerca de três segundos após o posicionamento do transdutor na região lateral direita do pescoço. Colheu-se um mínimo de três amostras de deglutição para cada uma delas.

Os sons da deglutição da saliva foram os primeiros a serem captados, seguidos da consistência líquida e finalizados com a pastosa. Foi obedecido um intervalo de três minutos cada vez que se mudou o tipo de substância a ser deglutida.

[1] Composição nutricional do Danoninho®: leite desnatado, preparado de morango (água, fruto-oligosacarídeos, frutose, açúcar, morango, cálcio, ferro, zinco, amido modificado, vitaminas A e D, corante natural carmim cochonilha, acidulante ácido cítrico, espessantes carragena e goma xantana, estabilizantes carboximetilcelulose e goma guar, conservador sorbato de potássio e aromatizante), açúcar, creme de leite, cloreto de cálcio, fermento lácteo, coalho e conservador sorbato de potássio.

Captação dos Sons da Deglutição pelo Sonar Doppler

O transdutor do Sonar Doppler foi posicionado na região lateral direita do pescoço, na borda lateral da traqueia e logo abaixo da cartilagem cricóidea.

Ajustou-se o volume do equipamento Doppler no número um pela adequada captação do sinal de áudio pelo programa VoxMetria e pela menor interferência de ruído externo.

Quando da captação do ruído produzido pela pulsação da artéria carótida comum, em algumas amostras, o transdutor foi reposicionado e realizada nova coleta.

O feixe de energia ultrassônico emitido pelo transdutor foi direcionado para formar um ângulo de 30° a 60°. Para diminuir a dispersão do ultrassom no ar e aumentar

Quadro 1. Distribuição da casuística em relação às variáveis idade e sexo.

Subfaixa Etária	Mais de 2 a 5 Anos		Mais de 5 a 10 Anos		Mais de 10 a 15 Anos	
	M	F	M	F	M	F
Sexo						
n	15 (16,66%)	15 (16,66%)	15 (16,66%)	15 (16,66%)	15 (16,66%)	15 (16,66%)

M= masculino; F= feminino; n= número de indivíduos estudados



Figura 1. Sonar Doppler

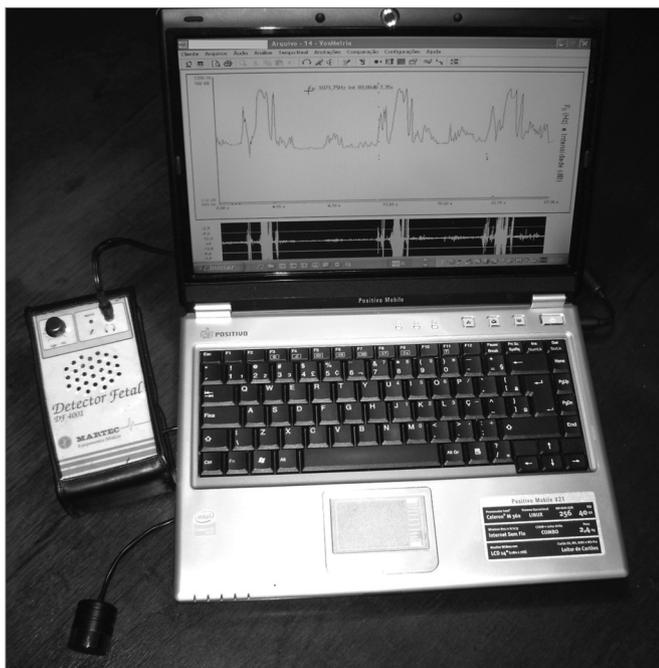


Figura 2. Sonar Doppler acoplado ao notebook

sua transmissão no corpo e eco foi utilizado o gel contact Carbogel.

Análise Acústica do Sinal Sonoro da Deglutição

Mensuraram-se cinco variáveis para cada evento de deglutição de saliva e das substâncias de consistências líquida e pastosa:

- a) frequência inicial da onda sonora (FI): frequência no início do sinal acústico, com a janela de frequência entre 60 e 12000Hz;
- b) frequência de pico da onda sonora (FP): frequên-

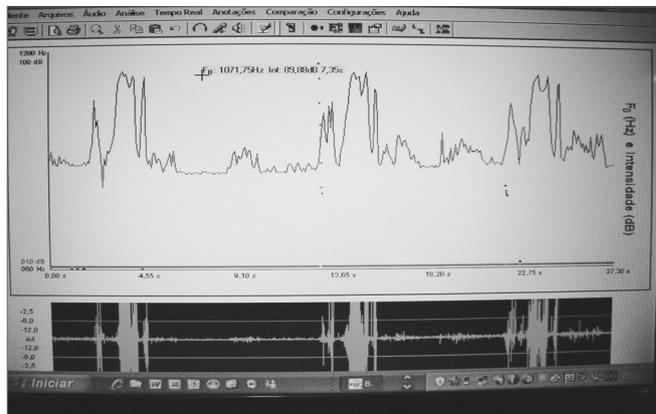


Figura 3. Traçado Software Voxmetria

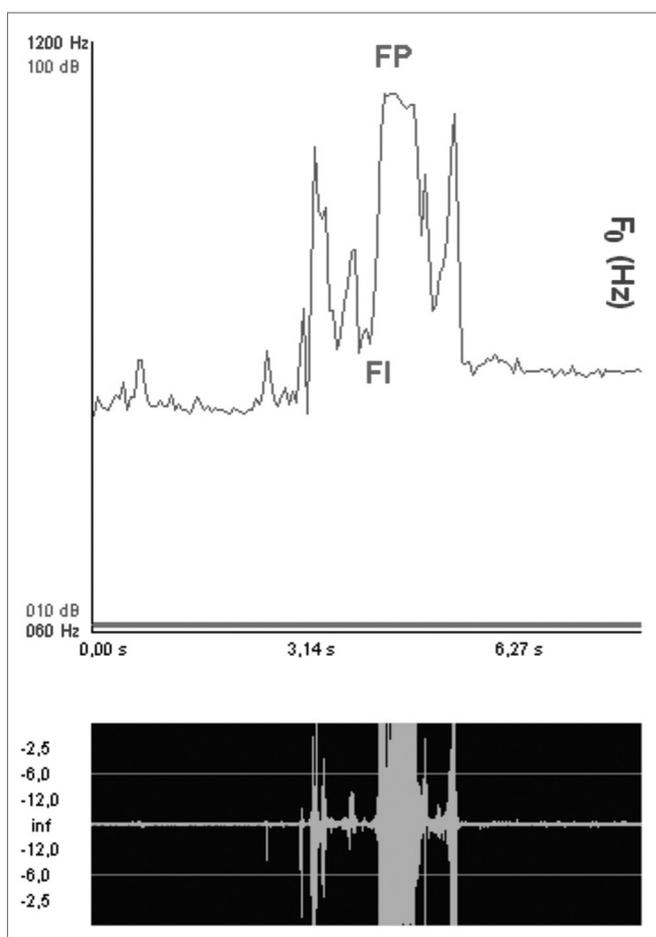


Figura 4. Frequências inicial e de pico da onda sonora

cia do ponto de mais alto deslocamento do sinal acústico, com a janela de frequência citada (Figura 4);

c) intensidade inicial da onda sonora (II): intensidade no início do sinal acústico, com a janela entre 10 e 100dB;

d) intensidade de pico da onda sonora (IP): inten-

sidade do ponto de mais alto deslocamento do sinal e acústico, com a janela de intensidade citada (Figura 5);

e) tempo de deglutição (T): tempo decorrido desde o início até o final do sinal acústico analisado, medido através do sinal de áudio, em segundos (Figura 6).

Para traçar o perfil dos sons da deglutição dos in-

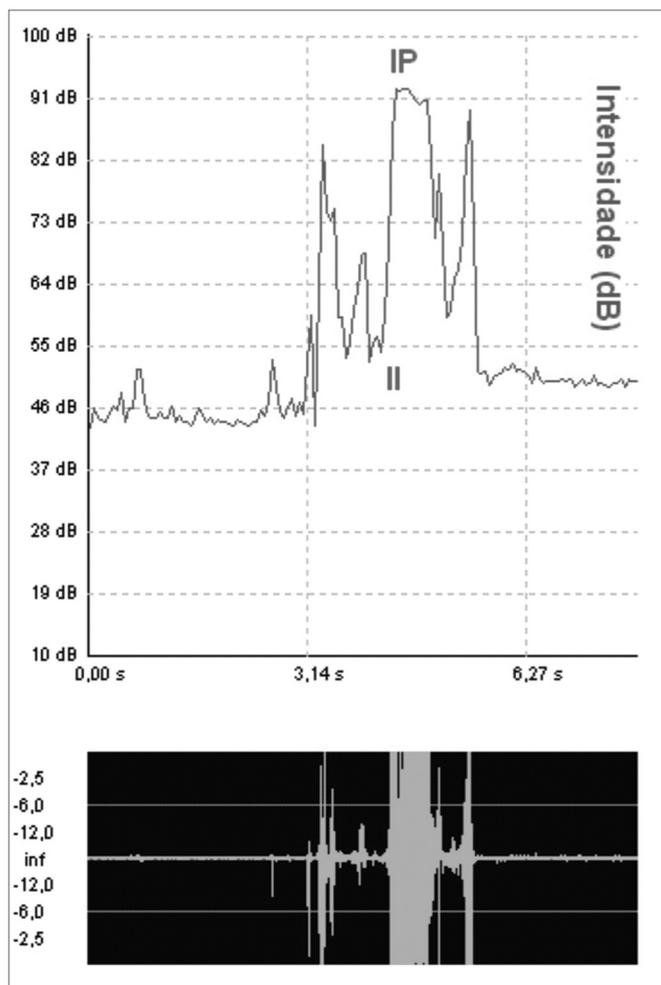


Figura 5. Intensidades inicial e de pico da onda sonora

divíduos em termos de frequência, intensidade e tempo de deglutição selecionou-se a amostra julgada como a de melhor representação auditiva e visual.

Para a especificação da deglutição de saliva e das consistências alimentares líquida e pastosa normatizaram-se numerais e cores às siglas das variáveis citadas:

- a) numeral 1 (FI1, FP1, II1, IP1, T1) e a cor verde para a deglutição de saliva;
- b) numeral 2 (FI2, FP2, II2, IP2, T2) e a cor vermelha para a deglutição da consistência líquida;
- c) numeral 3 (FI3, FP3, II3, IP3, T3) e a cor azul para a deglutição da consistência pastosa.

A metodologia estatística foi composta de técnicas

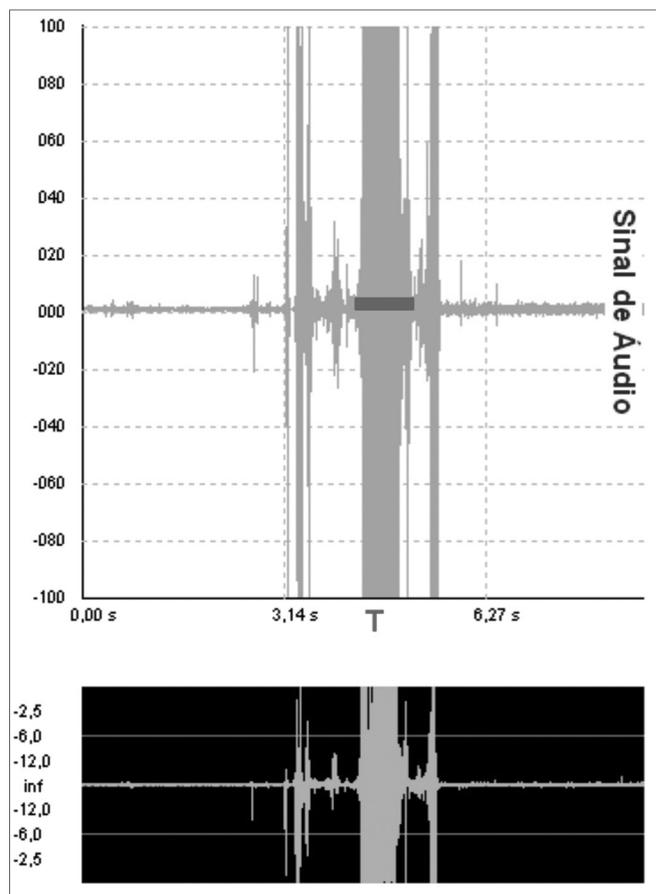


Figura 6. Tempo de deglutição

de análise descritiva (média) e inferencial (teste de significância). Para a análise da significância dos parâmetros acústicos entre os grupos masculino e feminino, em cada subfaixa etária, para saliva e consistências alimentares líquida e pastosa, foi utilizado o Teste t de Student.

O teste ANOVA foi aplicado para verificar, a partir do perfil encontrado em cada uma das cinco variáveis, a significância em uma mesma subfaixa etária nas três diferentes consistências e em uma mesma consistência nas três subfaixas etárias.

O nível de significância é igual a 0,05 onde $p < 0,05$ é considerado como significativo. Nas tabelas os valores significativos são assinalados com asterisco.

RESULTADO

Médias e significância conforme o sexo

Os valores das médias e significâncias em relação ao sexo, para saliva e nas consistências alimentares líquida e pastosa e nas subfaixas etárias foram verificados nas variáveis de frequências inicial e de pico (Tabelas 1 e 2), intensidades inicial e de pico (Tabelas 3 e 4) e tempo de deglutição (Tabela 5).

Tabela 1. Médias e resultados dos testes de comparação da frequência inicial em relação ao sexo.

CONSISTÊNCIA	SUBFAIXAS DE IDADE (ANOS)	MASCULINO	FEMININO	p
Salivar	Mais de 2 a 5	721,91	676,16	0,0394 *
	Mais de 5 a 10	707,18	705,28	0,9235
	Mais de 10 a 15	707,42	770,12	0,0003 *
Líquida	Mais de 2 a 5	710,96	704,57	0,7449
	Mais de 5 a 10	746,85	703,62	0,0223 *
	Mais de 10 a 15	707,66	751,60	0,0479 *
Pastosa	Mais de 2 a 5	715,18	716,92	0,8629
	Mais de 5 a 10	731,41	696,26	0,0428*
	Mais de 10 a 15	700,77	746,85	0,0392*

Tabela 2. Médias e resultados dos testes de comparação da frequência de pico em relação ao sexo.

CONSISTÊNCIA	SUBFAIXAS DE IDADE (ANOS)	MASCULINO	FEMININO	p
Salivar	Mais de 2 a 5	1078,63	1056,58	0,1472
	Mais de 5 a 10	1094,55	1081,48	0,0628
	Mais de 10 a 15	1092,41	1105,23	0,0434*
Líquida	Mais de 2 a 5	1086,95	1093,36	0,4402
	Mais de 5 a 10	1106,90	1100,01	0,0554
	Mais de 10 a 15	1105,00	1107,37	0,2124
Pastosa	Mais de 2 a 5	1074,36	1073,41	0,9302
	Mais de 5 a 10	1096,68	1075,55	0,0277 *
	Mais de 10 a 15	1091,94	1103,85	0,0636

Tabela 3. Médias e resultados dos testes de comparação da intensidade inicial em relação ao sexo.

CONSISTÊNCIA	SUBFAIXAS DE IDADE (ANOS)	MASCULINO	FEMININO	p
Salivar	Mais de 2 a 5	62,08	58,22	0,0394 *
	Mais de 5 a 10	61,09	60,94	0,9229
	Mais de 10 a 15	61,11	66,06	0,0003 *
Líquida	Mais de 2 a 5	61,45	60,88	0,7444
	Mais de 5 a 10	64,22	60,81	0,0223*
	Mais de 10 a 15	61,13	64,60	0,0479*
Pastosa	Mais de 2 a 5	61,58	61,86	0,8631
	Mais de 5 a 10	63,00	60,23	0,0428 *
	Mais de 10 a 15	60,58	64,22	0,0392 *

Significância em uma mesma subfaixa etária nas consistências salivar, líquida e pastosa

A interferência do tipo de consistência em cada uma das subfaixas etárias, nas cinco variáveis consideradas, é apresentada pelos valores de p no sexo masculino (Tabela 6) e feminino (Tabela 7).

Significância em uma mesma consistência nas três subfaixas etárias

Os valores de p em cada uma das variáveis refletem a interferência da subfaixa etária em cada uma das consistências apresentados no sexo masculino (Tabela 8) e feminino (Tabela 9).

Tabela 4. Médias e resultados dos testes de comparação da intensidade de pico em relação ao sexo.

CONSISTÊNCIA	SUBFAIXAS DE IDADE (ANOS)	MASCULINO	FEMININO	p
Salivar	Mais de 2 a 5	90,41	88,58	0,1477
	Mais de 5 a 10	91,67	90,64	0,0631
	Mais de 10 a 15	91,50	92,52	0,0434 *
Líquida	Mais de 2 a 5	91,07	91,58	0,4412
	Mais de 5 a 10	92,65	92,10	0,0559
	Mais de 10 a 15	92,50	92,62	0,2149
Pastosa	Mais de 2 a 5	90,08	90,00	0,9300
	Mais de 5 a 10	91,84	90,17	0,0277*
	Mais de 10 a 15	91,46	92,42	0,0635

Tabela 5. Médias e resultados dos testes de comparação do tempo de deglutição em relação ao sexo.

CONSISTÊNCIA	SUBFAIXAS DE IDADE (ANOS)	MASCULINO	FEMININO	p
Salivar	Mais de 2 a 5	0,79	0,81	0,8223
	Mais de 5 a 10	0,79	0,76	0,7520
	Mais de 10 a 15	0,79	0,75	0,5396
Líquida	Mais de 2 a 5	0,87	0,96	0,3088
	Mais de 5 a 10	1,05	1,00	0,6274
	Mais de 10 a 15	0,99	0,97	0,7250
Pastosa	Mais de 2 a 5	0,81	0,83	0,7388
	Mais de 5 a 10	0,85	0,99	0,1096
	Mais de 10 a 15	0,92	0,81	0,2605

Tabela 6. Significância por variável nas três consistências na mesma subfaixa etária (sexo masculino)

SUBFAIXA DE IDADE	FI	FP	II	IP	T
Mais de 2 a 5 anos	0,8741	0,5640	0,8743	0,5634	0,5807
Mais de 5 a 10 anos	0,1223	0,0380*	0,1225	0,0380*	0,0233*
Mais de 10 a 15 anos	0,9315	0,0689	0,9312	0,0679	0,1478

FI=frequência inicial; FP=frequência de pico; II=intensidade inicial; IP=intensidade de pico; T=tempo de deglutição

Tabela 7. Significância por variável nas três consistências na mesma subfaixa etária (sexo feminino)

SUBFAIXA DE IDADE	FI	FP	II	IP	T
Mais de 2 a 5 anos	0,0904	0,0085*	0,0901	0,0085*	0,1575
Mais de 5 a 10 anos	0,8539	0,0139*	0,8541	0,0139*	0,0104*
Mais de 10 a 15 anos	0,4127	0,6246	0,4125	0,6228	0,0014*

FI=frequência inicial; FP=frequência de pico; II=intensidade inicial; IP=intensidade de pico; T=tempo de deglutição

Tabela 8. Significância para cada consistência nas três subfaixas etárias (sexo masculino) .

CONSISTÊNCIA	FI	FP	II	IP	T
Salivar	0,7283	0,2151	0,7283	0,2151	0,9970
Líquida	0,1171	0,0048*	0,1173	0,0048*	0,2140
Pastosa	0,3312	0,0276*	0,3313	0,0276*	0,4439

FI=frequência inicial; FP=frequência de pico; II=intensidade inicial; IP=intensidade de pico; T=tempo de deglutição

Tabela 9. Significância para cada consistência nas três subfaixas etárias (sexo feminino).

CONSISTÊNCIA	FI	FP	II	IP	T
Salivar	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,6318
Líquida	0,0198*	0,0033*	0,0198*	0,0033*	0,6447
Pastosa	0,0321*	0,0031*	0,0321*	0,0031*	0,0827

FI=frequência inicial; FP=frequência de pico; II=intensidade inicial; IP=intensidade de pico; T=tempo de deglutição

DISCUSSÃO

Em revisão de literatura nenhuma citação sobre a aplicação desta metodologia foi encontrada na faixa mais de dois a 15 anos de idade. Um único trabalho que envolve o sonar Doppler como instrumento para captação e análise dos sons da deglutição foi feito em adultos e com parâmetros diversos desta pesquisa¹.

Em se aceitar que o movimento e a vibração das estruturas do trato orofaríngeo e da laringe, ao funcionarem como um sistema de válvulas e de bombas, são a causa dos sons da deglutição²³ as diversas características desses sons dependeriam inicialmente da consistência dos alimentos. Mas dependeriam também do sexo e da idade como determinantes do volume das “caixas de ressonância” e da energia aplicada àquelas estruturas na função de moduladores daqueles sons.

A subdivisão da faixa etária, o uso de diferentes consistências e o pareamento entre os indivíduos pelo sexo teve a intenção de buscar-se uma análise comparativa, entre as variáveis de frequência e intensidade do sinal acústico e do tempo da onda sonora.

Ao se supor que na deglutição a uma frequência e intensidade mais altas e a um tempo menor corresponde um desempenho mais eficiente do processo de deglutição, seria de esperar séries lineares, um desempenho escalonado, paralelo à progressão da idade e da maturação neurológica. Todavia, isto não ocorreu na maioria das séries de modificações obtidas.

Novos estudos, envolvendo maior número de participantes poderão, eventualmente, assinalar diferenças não encontradas aqui.

Significância em relação ao sexo

Ao considerarem-se as médias de frequência e

intensidade iniciais na deglutição de saliva verifica-se significância em relação ao sexo nas subfaixas etárias mais de dois a cinco anos e mais de 10 a 15 anos de idade. Nas consistências alimentares líquida e pastosa a significância coincide ao aparecer nas subfaixas mais de 5 a 10 anos (médias maiores no sexo masculino) e mais de 10 a 15 anos de idade (médias maiores no sexo feminino).

As médias da frequência e intensidade iniciais de deglutição nas três consistências, na subfaixa mais de 10 a 15 anos, são sempre maiores no sexo feminino. Em termos de significância entre os sexos esta subfaixa foi a única que esteve presente nesta variável em todas as consistências, o que sugere uma melhor performance nas meninas (Tabelas 1 e 3).

Em relação ao sexo, nas variáveis de frequência e intensidade de pico, verificaram-se valores de significância nas consistências salivar na subfaixa mais de 10 a 15 anos e na pastosa na subfaixa mais de 5 a 10 anos de idade.

Os valores das médias das variáveis de frequência e intensidades de pico, em todas as três consistências, são os menores na subfaixa mais de dois a cinco anos em comparação às demais subfaixas, em ambos os sexos (Tabelas 2 e 4). Ao se considerar que o som acústico da deglutição conta com a participação da elevação da laringe¹³ pode-se referenciar que os menores valores encontrados nestas variáveis entre mais de dois e cinco anos, nos dois sexos, seriam causados pela menor dimensão da laringe naquela faixa etária.

As médias das frequências e das intensidades de pico são sempre maiores na subfaixa etária mais de cinco a 10 anos no sexo masculino e na subfaixa mais de 10 a 15 anos no sexo feminino, em todas as consistências.

Os altos valores das médias na subfaixa mais de 10 a 15 anos, nas frequências e intensidades inicial e de pico, parecem aludir uma nítida superioridade no desempenho

da deglutição no sexo feminino, com características de um ritmo mais acelerado de desenvolvimento.

Na consistência alimentar líquida as médias da frequência e intensidade de pico sempre foram as maiores ao serem comparadas por subfaixa etária em relação às demais consistências, tanto no sexo masculino como no feminino (Tabelas 2 a 4). Os elevados valores observados nestas duas variáveis para deglutição da consistência líquida sugerem a necessidade de maior proteção das vias aéreas com maior elevação laríngea em relação à deglutição de saliva e da consistência pastosa.

Não houve significância em relação ao sexo na variável tempo de deglutição em nenhuma subfaixa etária ou consistência deglutida (Tabela 5).

Em relação às médias do tempo de deglutição da saliva verificou-se que são iguais em todas as subfaixas etárias no sexo masculino, mostrando uma uniformidade em relação à idade. Entretanto, no sexo feminino há um decréscimo nos valores nas subfaixas de menor para maior idade, expressando um aprimoramento com o passar dos anos.

Ao equipararem-se os valores das médias do tempo de deglutição entre as três consistências, considerando-se o mesmo sexo e subfaixa etária, a deglutição da consistência salivar exige um menor tempo para sua efetivação. Ao analisarem-se as médias desta mesma variável, verifica-se a ocorrência inversa em relação à consistência líquida, onde foram captados os maiores valores.

Significância em uma mesma subfaixa etária nas consistências salivar, líquida e pastosa

No sexo masculino verificou-se significância nas variáveis frequência e intensidade de pico e tempo de deglutição somente na subfaixa mais de 5 a 10 anos (Tabela 6). No sexo feminino constataram-se valores com significância na frequência e intensidade de pico nas subfaixas mais de dois a cinco anos e mais de cinco a 10 anos de idade. Em relação ao tempo de deglutição as subfaixas mais de cinco a 10 anos e mais de 10 a 15 anos demonstraram significância (Tabela 7).

Significância para cada consistência nas três subfaixas etárias

A variância das médias com uma mesma consistência, das três subfaixas etárias, no sexo masculino (Tabela 8) foi verificada nas consistências líquida e pastosa, apenas nas variáveis de frequência e intensidade de pico. Ao contrário, no sexo feminino (Tabela 9), a significância foi expressiva por estar presente em todas as consistências e em todas as variáveis, exceto no tempo de deglutição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos em crianças normais poderão servir de balizamento no exame de pacientes pediátricos

com anormalidades na deglutição, a fim de estabelecer-se padrões patológicos. Por outro lado, as alterações dos exames nestas crianças com modificações anatômicas e fisiológicas poderão servir para uma melhor interpretação dos resultados aqui assinalados.

A interpretação dos sons da deglutição e, sobretudo a sua correlação com os eventos fisiológicos que ocorrem durante este processo, não parecem estar elucidados. Ser capaz de fazer esta associação dará à ausculta cervical maior credibilidade como diagnóstico instrumental. A espectrografia cervical do Doppler conjugada com outros métodos de avaliação da deglutição como a videofluoroscopia e a nasofibrolaringoscopia poderá esclarecer a causa fisiológica dos sons da deglutição.

CONCLUSÃO

O sonar Doppler, por unir meios acústico e visual na detecção da característica sonora da deglutição, forneceu dados objetivos e mensuráveis. A análise da variância das médias encontradas em cada variável - frequência, intensidade e tempo de deglutição - demonstrou significâncias em relação ao sexo, às subfaixas etárias e às consistências, com indicação de relação direta de interferência na deglutição com o desenvolvimento biológico da faixa etária estudada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Santos RS, Macedo-Filho ED. Sonar Doppler como instrumento de avaliação da deglutição. *Arq Intern Otorrinolaringol.* 2006;10(3):182-191.
2. Cichero JAY, Murdoch BE. Detection of swallowing sounds: methodology revisited. *Dysphagia.* 2002;17(1):40-9.
3. Morinière S, Beutter P, Boiron M. Sound component duration of healthy human pharyngoesophageal swallowing: a gender comparison study. *Dysphagia.* 2006;21(3):175-82.
4. Borr C, Hielscher-Fastabend M, Lücking A. Reliability and validity of cervical auscultation. *Dysphagia.* 2007;22(3):225-34.
5. Firmin H, Reilly S, Fourcin A. Non-invasive monitoring of reflexive swallowing. *Speech hearing and language: work in progress* 1997;10:171-84.
6. Bosma JF. Development and impairment of feeding in infancy and childhood. Em: Groher ME. *Dysphagia - diagnosis and management.* 2nd ed. London: Butterworth-Heinemann;1992. p. 107-41.
7. McKaig TN. Ausculta - Cervical e torácica. Em: Furkim AM, Santini CS. *Disfagias Orofárias.* 1ª ed. São Paulo: Pró-Fono;1999. p. 171-88.
8. Hamlet SL, Nelson RJ, Patterson RL. Interpreting the sounds of swallowing: fluid flow through the cricopharynx. *An Otol Rhinol Laryngol.* 1990;99:749-52.
9. Hamlet SL, Penney DG, Formolo J. Stethoscope acoustics and cervical auscultation of swallowing. *Dysphagia.* 1994;9(1):63-8.
10. Takahashi K, Groher ME, Michi K. Methodology for detecting swallowing sounds. *Dysphagia.* 1994;9(1):54-96.
11. Hamlet SL, Nelson RJ, Patterson R. Sounds of swallowing. *J Acoust Soc Am.* 1988;83(S1):S23.
12. Vice FL, Heinz JM, Giurati G, Hood M, Bosma JF. Cervical auscultation of suckle feeding in newborn infants. *Dev Med Child Neurol.* 1990;32:760-8.
13. Hamlet SL, Patterson RL, Fleming SM, Jones LA. Sounds of swallowing following total laryngectomy. *Dysphagia.* 1992;7(3):160-5.

-
14. Almeida ST. Detecção dos sons da deglutição através da ausculta cervical. Em: Jacobi JS, Levy DS, Silva LM. Disfagia - Avaliação e Tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2003. p. 373-81.
 15. Hiorns MP, Ryan MM. Current practice in paediatric videofluoroscopy. *Pediatr Radiol.* 2006;36(9):911-9.
 16. Newman LA, Keckley C, Petersen MC, Hamner A. Swallowing function and medical diagnoses in infants suspected of Dysphagia. *Pediatrics.* 2001;108(6):e106.
 17. Cohen SR, Cheung DT, Nimni ME. Collagen in the developing larynx preliminary study. *Ann Otol Rhino Laryngol.* 1992;101(4):328-32.
 18. Vallancien B. Disfonia funcional na infância. Em: Launay C, Borel-Maisonny S. Distúrbios da linguagem da fala e da voz na infância. 2ª ed. São Paulo: Livraria Roca; 1989. p. 339-50.
 19. Nepomuceno LA. Elementos de Acústica Física e Psicoacústica. Editora Edgard Blücher; 1994.
 20. Okuno E, Caldas IL, Chow C. Física para ciências biológicas e biomédicas. São Paulo: Harbra Harper & Row do Brasil; 1982.
 21. Sabino E, Araújo MJM, Hirsch R. Doppler ultrassônico transcraniano: aspectos físicos e tecnológicos. Em: Stávale MS. Bases da Terapia Intensiva Neurológica. 1ª ed. São Paulo: Livraria Santos;1996. 22
 22. Behlau M. VoxMetria - Software para Análise de Voz e Qualidade Vocal. CTS Informática. São Paulo; 2003.
 23. Cichero JAY, Murdoch BE. The physiologic cause of swallowing sounds: answers from heart sounds and vocal tract acoustics. *Dysphagia.* 1998;13(1):39-52.