

Luciana da Silva Barberena¹
Caroline Rodrigues Portaete¹
Simone Nicolini de Simoni¹
Ana Cristina Melo Prates¹
Márcia Keske-Soares¹
Renata Mancopes¹

Eletropalatografia e sua correlação à ultrassonografia do movimento de língua nas análises da fala

Electropalatography and its correlation to tongue movement ultrasonography in speech analysis

Descritores

Eletropalatografia
Ultrassonografia
Terapia
Avaliação
Fala

Keywords

Electropalatography
Ultrasonography
Therapy
Evaluation
Speech

RESUMO

Objetivo: Analisar o uso da eletropalatografia e ultrassonografia na área da Fonoaudiologia por meio de revisão narrativa de literatura. **Estratégia de pesquisa:** Foi realizada pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed e Scielo, utilizando como descritores *electropalatography*, *electropalatography AND evaluation*, *electropalatography AND therapy*, *electropalatography AND ultrasonography*, *electropalatography AND speech*. **Critérios de seleção:** Como critério da pesquisa em base de dados, foram selecionados: estudos dos últimos cinco anos e estudos em humanos. Na pré-seleção, foram descartados estudos duplicados, não disponibilizados na íntegra e que não apresentassem relação direta da eletropalatografia para a área da Fonoaudiologia. **Análise dos dados:** A análise de dados foi realizada de forma descritiva, seguindo as subdivisões: título, área, ano, tema, aplicação e conclusão do estudo. **Resultados:** Foram selecionados vinte e um artigos, oito deles utilizando o termo *electropalatography*, dois com os descritores *electropalatography AND evaluation*, seis artigos com os descritores *electropalatography AND therapy*, três artigos com os descritores *electropalatography AND ultrasonography* e dois artigos com os descritores *electropalatography AND speech*. **Conclusão:** Foram encontrados e analisados diferentes tipos de pesquisas envolvendo o uso da eletropalatografia na área da Fonoaudiologia. Poucas pesquisas utilizaram concomitantemente a eletropalatografia e a ultrassonografia.

ABSTRACT

Purpose: To analyze the use of electropalatography and ultrasonography regarding speech therapy through literature narrative review. **Research strategies:** A literature review was conducted at PubMed and Scielo databases, using descriptors as *electropalatography*, *electropalatography AND evaluation*, *electropalatography AND therapy*, *electropalatography AND ultrasonography*, *electropalatography AND speech*. **Selection criteria:** The research criteria selected in the database were: studies in the past five years and studies in humans. In the pre-selection, studies that were duplicate, not fully available, and have shown no direct relation with electropalatography in speech-language therapy were discarded. **Data analysis:** Data analysis was performed descriptively, following subdivisions: title, area, year, subject, implementation, and conclusion of the study. **Results:** Twenty one papers were selected, eight of them using the term *electropalatography*, two with the keywords *electropalatography AND evaluation*, six with the keywords *electropalatography AND therapy*, three of them with the keywords *electropalatography AND ultrasonography*, and two papers with the keywords *electropalatography AND speech*. **Conclusion:** Different types of research involving the use of electropalatography in the field of speech-language therapy were found and analyzed. Few researches have concomitantly used electropalatography and ultrasonography.

Endereço para correspondência:

Caroline Rodrigues Portaete
Rua Marechal Floriano Peixoto, 1751,
Centro, Santa Maria (RS), Brasil,
CEP: 97015-372.
E-mail: cportaete@gmail.com

Recebido em: Setembro 11, 2015

Aceito em: Maio 31, 2016

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

¹ Universidade Federal de Santa Maria – UFSM - Santa Maria (RS), Brasil.

Fonte de financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Conflito de interesses: nada a declarar.

INTRODUÇÃO

A fala é uma das habilidades comunicativas mais complexas do comportamento humano, sendo resultado da sincronia entre músculos orofaciais, da faringe, laringe e cavidade torácica. Qualquer alteração em algum desses níveis de produção pode comprometer a inteligibilidade de fala. Sabe-se que não bastam avaliações perceptivas subjetivas para um diagnóstico preciso e um tratamento adequado; são necessárias avaliações clínicas objetivas para verificar com exatidão o nível de produção que está alterado e de que forma o clínico poderá intervir no tratamento.

No intuito de oferecer melhores condições de avaliação, bem como *biofeedbacks* para a terapia fonoaudiológica, surgiram técnicas instrumentais como a ultrassonografia (USG) e a eletropalatografia (EPG). O uso de instrumentos objetivos na pesquisa e na clínica fonoaudiológica permite a obtenção de medidas objetivas da produção da fala⁽¹⁻³⁾ e oferece *biofeedback* para modificar a produção da fala⁽⁴⁾.

A USG é usada no campo da fala/linguagem, voz e deglutição, permite a visualização direta dos movimentos de língua, proporcionando informações a respeito dos processos envolvidos na fala, possibilitando também a aprendizagem de parâmetros de percepção e produção durante a intervenção fonoaudiológica, o que fornece informações ainda mais relevantes sobre esta função quando associada ao uso da EPG.

No que diz respeito ao uso da EPG na Fonoaudiologia, estudos⁽⁵⁾ mostram que esse instrumento permite ao clínico observar a forma como se dão os contatos entre língua e palato, através da configuração do palatograma, o qual é composto pelas imagens dos contatos entre língua e palato fornecidos por meio de percentual de contatos registrados para cada fonema. A EPG pode ser aplicada em diversas áreas de estudo da Fonoaudiologia, em especial a motricidade orofacial, para análise das alterações fonéticas, fonológicas e outros distúrbios de linguagem. Além disso, há registros de aplicação desta técnica na odontologia e ortodontia⁽⁶⁾, sendo positivo também seu uso aliado à ultrassonografia.

No Brasil, estudos a respeito da aplicação das análises instrumentais ainda são escassos. Dessa forma, esta pesquisa propõe-se a apresentar revisão narrativa de literatura sobre o uso da análise eletropalatográfica isoladamente e/ou associada à ultrassonografia da fala, em diferentes áreas da Fonoaudiologia.

MÉTODO

Este estudo de revisão baseou-se no seguinte questionamento inicial: “De que forma o uso da eletropalatografia isolada e/ou conjunta à análise ultrassonográfica dos movimentos da língua pode contribuir para a pesquisa e clínica fonoaudiológica?” O objetivo desta revisão foi determinar se o uso da eletropalatografia traz benefícios reais à pesquisa na Fonoaudiologia, bem como apontar a aplicação desta técnica na clínica fonoaudiológica, de forma isolada e/ou conjunta ao uso da ultrassonografia de fala.

Para responder a esse questionamento foram selecionados artigos a partir da busca nas bases de dados PubMed e Scielo, com os critérios estabelecidos da seguinte forma: empregar a eletropalatografia ou a análise conjunta desta associada à

ultrassonografia como instrumento para a obtenção de dados; relacionar a informação eletropalatográfica ou ultrassonográfica e eletropalatográfica a alguma das áreas de interesse da Fonoaudiologia — fala, fonética, voz, motricidade orofacial e/ou deglutição; estar disponível na íntegra, na PubMed, Scielo ou no Portal de Periódicos CAPES. Os filtros utilizados na busca foram: estudos dos últimos cinco anos e estudos em seres humanos.

Desse modo, foram encontrados 21 resumos, os quais foram analisados acerca de sua aplicabilidade e, em seguida, lidos integralmente.

As palavras-chave foram selecionadas conforme os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e combinadas desta forma: *electropalatography*, *electropalatography AND evaluation*, *electropalatography AND therapy*, *electropalatography AND ultrasonography*, *electropalatography AND speech*.

A análise dos artigos para os resultados foi apresentada seguindo as subdivisões para os quadros em autores, ano, tipo de estudo, país, área, tema e aplicação, bem como título, objetivos, resultados e conclusão.

RESULTADOS

Nos Quadros 1, 2, 3, 4 e 5, serão apresentados os artigos encontrados nas plataformas PubMed e Scielo e o número de artigos conforme os respectivos termos pesquisados: *electropalatography*; *electropalatography AND evaluation*; *electropalatography AND therapy*; *electropalatography AND ultrasonography*; e, por último, *electropalatography AND speech*. Nestes quadros, estão descritos o tipo de estudo, o país a que pertence, bem como a área, o tema e a aplicação.

Em relação aos oito (8) artigos encontrados na plataforma PubMed com o termo *electropalatography*, dois (2) eram estudos de caso controle, dois (2) eram do tipo prospectivo e qualitativo, um (1) do tipo caso controle, prospectivo, quantitativo e qualitativo, um (1) do tipo prospectivo quantitativo, um (1) do tipo exploratório e um (1) estudo de caso. Quanto à área de estudo, a fala esteve presente em todos os estudos, seguida da linguística, a qual foi observada em três (3) artigos, o restante dos estudos dividiu-se em áreas como habilitação e reabilitação auditiva, ortodontia, voz e neurologia. Com exceção de um estudo que utilizou a EPG aliada à Articulografia Eletromagnética (AEM), todos os estudos pesquisaram o uso isolado da EPG. Além disso, dois (2) estudos dedicaram-se exclusivamente à EPG na terapia fonoaudiológica e o restante, exclusivamente à EPG como instrumento de avaliação fonoaudiológica.

Apenas dois (2) artigos foram encontrados na plataforma PubMed com o termo e descritor *electropalatography AND evaluation*, sendo um (1) do tipo exploratório e outro (1) do tipo prospectivo quantitativo. Quanto à área de estudo, ambos pesquisaram a respeito do uso isolado da EPG na fala, exclusivamente na avaliação fonoaudiológica.

Através da pesquisa na plataforma PubMed com o termo e descritor *electropalatography AND therapy*, foram obtidos seis (06) artigos, dos quais apenas um (1) era do tipo prospectivo quantitativo, outro (1) era do tipo randomizado e o restante (4), do tipo descritivo. A respeito da área de estudo, todos pesquisaram

Quadro 1. Resultados encontrados na plataforma PubMed com o termo electropalatography

Estudo	Autores/ Ano da publicação	Tipo de Estudo	País	Área	Tema	Aplicação
1	Öller Darelid M, Hartelius L, Lohmander A (2015) ⁽⁷⁾	Caso controle	Suécia	Fala / Audição	EPG	Terapia
2	Lee A, Gibbon FE, Oebels J (2015) ⁽⁸⁾	Prospectivo, qualitativo	Escócia	Fala / Linguística	EPG	Avaliação
3	Mantie-Kozlowsky A, Pitt K (2014) ⁽⁹⁾	Caso controle	Estados Unidos da América	Fala / Ortodontia	EPG	Terapia
4	Lee A, Gibbon FA, Kearney E, Murphy D (2015) ⁽¹⁰⁾	Prospectivo, qualitativo	Escócia	Fala / Linguística	EPG	Avaliação
5	Weirich M, Fuchs S (2013) ⁽¹¹⁾	Caso controle, Prospectivo, quantitativo e qualitativo	Alemanha	Fala / Linguística	EPG AEM	Avaliação
6	Timmins C, Hardcastle WJ, Wood S, Cleland J (2011) ⁽¹²⁾	Prospectivo, quantitativo qualitativo	Escócia	Fala	EPG	Avaliação
7	Koenig LL, Fuchs S, Lucero JC (2011) ⁽¹³⁾	Prospectivo quantitativo	Alemanha	Fala / Voz	EPG	Avaliação
8	Folker JE, Murdoch BE, Cahill LM, Rosen KM, Delatycki MB, Corben LA et al. (2010) ⁽¹⁴⁾	Pesquisa exploratória – Estudo de casos	Austrália	Fala / Neurologia	EPG	Avaliação

Legenda: EPG – Eletropalatografia; AEM – Articulografia eletromagnética

Quadro 2. Resultados encontrados na plataforma PubMed com o termo e descritor electropalatography AND evaluation

Estudo	Autores/Ano da publicação	Tipo de Estudo	País	Área	Tema	Aplicação
9	Mantie-Kozlowski A, Pitt K (2013) ⁽⁴⁾	Pesquisa exploratória – Estudo de casos	Estados Unidos da América	Fala	EPG	Avaliação
10	McLeod S (2011) ⁽⁶⁾	Prospectivo quantitativo	Austrália	Fala	EPG	Avaliação

Legenda: EPG – Eletropalatografia

Quadro 3. Resultados encontrados na plataforma PubMed com o termo e descritor electropalatography AND therapy

Estudo	Autores/ Ano da publicação	Tipo de Estudo	País	Área	Tema	Aplicação
11	Ballard KJ, Smith HD, Paramatmuni D, McCabe P, Theodoros DG, Murdoch BE (2012) ⁽¹⁵⁾	Prospectivo quantitativo	Austrália	Fala	EPG	Terapia
12	Murdoch BE, Kuruvilla MS, Goozee JV (2012) ⁽¹⁶⁾	Estudo descritivo	Austrália	Fala	EPG AEM	Avaliação
13	Gibbon FE, Lee A (2011) ⁽¹⁷⁾	Estudo descritivo	Irlanda	Fala	EPG	Avaliação
14	Nordberg A, Carlsson G, Lohmander A (2011) ⁽¹⁸⁾	Estudo descritivo	Suécia	Fala	EPG	
15	Harteringer M, Tripoliti E, Hardcastle WJ, Limousin P (2011) ⁽¹⁹⁾	Estudo randomizado quantitativo	Reino Unido	Fala / Neurologia	EPG	Avaliação
16	Lohmander A, Henriksson C, Havstam C (2010) ⁽²⁰⁾	Estudo descritivo	Suécia	Fala	EPG	Terapia

Legenda: EPG – Eletropalatografia; AEM – Articulografia Eletromagnética

Quadro 4. Resultados encontrados na plataforma PubMed com o termo e descritor electropalatography AND ultrasonography

Estudo	Autores/ Ano da publicação	Tipo de Estudo	País	Área	Tema	Aplicação
17	Bacsfalvi P, Bernhard PM (2011) ⁽²¹⁾	Prospectivo quantitativo qualitativo	Estados Unidos da América	Fala	USG EPG	Avaliação
18	Murdoch BE (2011) ⁽²²⁾	Estudo descritivo	Austrália	Fala / Neurologia	EPG / EPG sensível à pressão / AEM / USG	Avaliação
19	McMillan CT, Corley M (2010) ⁽²³⁾	Prospectivo qualitativo quantitativo	Escócia	Fala	EPG USG	Avaliação

Legenda: EPG – Eletropalatografia; USG – Ultrassonografia; AEM – Articulografia Eletromagnética

Quadro 5. Resultados encontrados na plataforma Scielo com o termo e descritor electropalatography AND speech

Estudo	Autores/ Ano da publicação	Tipo de Estudo	País	Área	Tema	Aplicação
20	Jesus MS, Reis C (2012) ⁽²⁴⁾	Estudo de caso	Brasil	Fala	EPG	Avaliação
21	Jesus MS, Reis C (2012) ⁽⁵⁾	Estudo de caso	Brasil	Fala	EPG	Avaliação/ Descrição

Legenda: EPG – Eletropalatografia

Quadro 6. Análise dos estudos selecionados

Estudo	Título	Objetivo	Resultados	Conclusão
1	Generalised EPG treatment effect in a cochlear implant user maintained after 2 years.	Avaliar a evolução da terapia de um paciente usuário de implante coclear com deficiência auditiva, que apresentava erros persistentes de fala, utilizando a EPG como <i>feedback</i> visual.	Melhoria na produção do alvo de tratamento /g/ em palavras simples, frases, fala encadeada e leitura de textos após quatro meses de tratamento. Ainda, os resultados foram mantidos em até 24 meses após a intervenção.	A EPG parece ser um método muito eficiente no tratamento de desordens na fala associadas à deficiência auditiva, pois pode ser utilizada no treinamento em casa a fim de monitorar a fala.
2	Lateral bracing of the tongue during the onset phase of alveolar stops: an EPG study.	Investigar as características dinâmicas do contato lateral da língua com o palato durante o início da oclusão alveolar dos fonemas /t/, /d/ e /n/ em adultos típicos, com o uso da EPG.	A configuração da língua e sua posição foram diferentes entre as oclusivas nasais e orais, sendo especulativa a razão do contato maior para /t/ e /d/, em comparação com /n/, ao aumento de pressão intra-oral nas plosivas orais, bem como às diferentes posições de mandíbula e formas de língua para os dois tipos de sons (oral x nasal).	A EPG pode ser utilizada para descrever os articuladores nos fonemas que têm como ponto passivo o palato, tais como /t/, /d/ e /n/. Este estudo mostrou que existe mais contato com o palato nas plosivas orais do que nas nasais.
3	Treating myofunctional disorders: a multiple-baseline study of a new treatment using electropalatography.	Avaliar os benefícios da EPG no tratamento de indivíduos com distúrbios miofuncionais orofaciais.	A terapia envolvendo fases de ativação auxilia os alvos de contato da língua com o palato. O <i>feedback</i> obtido pela EPG facilita respostas mais efetivas a partir da intervenção com o uso desse instrumento quando comparado ao tratamento sem seu uso.	A EPG pode ser usada para o tratamento de desordens da fala de origem miofuncional, servindo como uma válida ferramenta que oferece ao clínico e ao paciente informações que ajudam no planejamento terapêutico individualizado.
4	Tongue-palate contact during selected vowels in children with speech sound disorders.	a) verificar se houve o contato completo da língua no palato em crianças com desordens nos sons da fala e com desenvolvimento típico de fala; b) caracterizar os padrões desses contatos completos, caso presentes.	Nenhuma das crianças típicas apresentou contato completo da língua com o palato em quaisquer vogais investigadas. Esse padrão não é exclusivo para crianças com anormalidades anatômicas no trato vocal, porém também não é idêntico. Já as crianças típicas não apresentaram contato completo da língua com o palato em quaisquer vogais investigadas.	Crianças atípicas mostraram contato completo língua-palato durante, pelo menos, parte da produção de algumas vogais. Os resultados sugerem que o completo contato da língua no palato é uma característica do desenvolvimento atípico de fala.
5	Palatal morphology can influence speaker-specific realizations of phonemic contrasts.	Investigar se a informação tátil da língua em contato com o palato tem influência sobre a produção e, especialmente, a distinção de sibilantes em termos da sua posição de articulação	A morfologia da região entre alvéolo e palato, em que o contraste entre as sibilantes foi analisado, demonstrou maior influência no contraste entre as consoantes, sugerindo que a morfologia do palato é um fator crucial para a aquisição do contraste entre /s/ e /S/.	A realização da articulação de contrastes sibilantes é influenciada não apenas pela percepção auditiva, mas também pelo movimento morfológico do palato, o qual afeta o <i>feedback</i> somatossensorial do falante.
6	An EPG analysis of /t/ in young people with Down's Syndrome.	Avaliar o detalhe fonético em crianças com Síndrome de Down (SD) em relação à plosiva /t/, considerando que esse som raramente é relatado como sendo problemático para esses indivíduos.	A análise pela EPG identificou que os indivíduos com SD utilizaram diversos padrões de contato da língua com o palato na produção da plosiva /t/.	Os padrões de fala em indivíduos com SD estão relacionados a elementos de ordem dispráxica, em função das características anatômicas e fisiológicas da síndrome. Estudos com a EPG demonstraram informações articulatórias relevantes que podem ser analisadas de forma qualitativa.

Legenda: EPG – Eletropalatografia; USG – Ultrassonografia; AEM – Articulografia Eletromagnética (=EMA - Electromagnetic Articulography); VOT – Voice-Onset-Time)

Quadro 6. Continuação...

Estudo	Título	Objetivo	Resultados	Conclusão
7	Effects of consonant manner and vowel height on intraoral pressure and articulatory contact at voicing offset and onset for voiceless obstruents.	Investigar como os níveis de pressão intraoral durante a fonação variam antes e depois de obstruintes surdas (plosivas, fricativas, africadas e <i>clusters</i>), seguintes de vogais altas ou baixas, e analisar como as constricções supraglóticas afetam a pressão intraoral.	Efeitos de consoantes e vogais altas no início e final da fonação foram significativos, assim como as interações entre consoantes-vogal. Os efeitos dos seis contextos consonantais e vocálicos foram significativos para uma única plosiva, fricativa e <i>cluster</i> / St /, níveis mais elevados da pressão intraoral na fonação antes de vogais baixas. O padrão para inícios de fonação foi mais consistente para todos os contextos consonantais, no início da fonação foram encontrados níveis significativamente mais elevados de pressão intraoral antes de vogais altas.	O estudo concluiu que vogais altas tiveram um efeito inibitório na vocalização de sequências de consoantes de curta duração, mas um efeito facilitador no início de fonação, que foi consistente em contextos consonantais. As influências das vogais parecem refletir uma combinação de características das pregas vocais e da impedância do trato vocal.
8	Differentiating impairment levels in temporal versus spatial aspects of linguopalatal contacts in Friedreich's ataxia.	Caracterizar a fisiologia da disartria associada à FRDA e identificar padrões diferenciais de desvio que possam ocorrer entre os subsistemas do mecanismo de produção da fala.	A variabilidade que existe na disartria associada à FRDA evidencia a existência de perfis diferenciados de comprometimento da fala. Foi observada uma distinção particular entre a presença de hiperfunção ou disfunção durante a fonação, tal como evidenciado pelos resultados instrumentais.	O fonema fricativo é o mais afetado na SD, e o ponto articulatório linguopalatal, na Ataxia de Friedreich.
9	Electropalatography as an adjunct to nonspeech orofacial myofunctional disorder assessments: a feasibility study.	Determinar se a EPG seria um complemento útil e viável na realização de avaliações clínicas de indivíduos com suspeita de distúrbios miofuncionais orofaciais não verbais (NSOMD).	Os participantes com NSOMD mostraram padrões únicos de contato lingual-palato que diferiam dos padrões dos participantes sem NSOMD.	A EPG mostra que o contato da língua no palato difere entre aqueles que possuem desordens de origem miofuncional daqueles que não possuem, servindo de auxílio às avaliações não instrumentais.
10	Speech-language pathologists' knowledge of tongue/palate contact for consonants.	Determinar o conhecimento dos fonoaudiólogos sobre o contato entre língua e palato para consoantes do Inglês.	Os fonoaudiólogos demonstraram bom conhecimento do contato língua/palato ao longo da linha média, porém pouco conhecimento do contato ao longo das margens laterais do palato.	Fonoaudiólogos demonstraram bom conhecimento sobre o contato da linha média, mas conhecimento precário a respeito das margens laterais no palato.
11	Amount of kinematic <i>feedback</i> affects learning of speech motor skills.	Testar a influência dos conhecimentos do desempenho cinemático durante a prática (grupo KP), em comparação com nenhum <i>feedback</i> cinemático (grupo no KP), na aprendizagem de uma habilidade de fala.	O grupo sem intervenção com <i>feedback</i> cinemático mostrou retenção de habilidades de fala em uma semana pós-tratamento em comparação com o grupo com intervenção com <i>feedback</i> cinemático.	No estudo não houve diferença entre as habilidades pré e pós-treino com uma hora de tratamento, contudo, os achados inferem que o treinamento estendido pode interferir na aquisição de habilidades.
12	Effect of speech rate manipulations on articulatory dynamics in severe traumatic brain injury: an EMA and EPG study.	Determinar os efeitos das manipulações da velocidade da fala no movimento de língua em adultos que sofreram traumatismo cerebral do tipo grave, mas que apresentam os controles motores preservados.	Os resultados demonstraram que, a partir das estratégias selecionadas para aumentar a velocidade da fala, o grupo que sofreu traumatismo cranioencefálico demonstrou aumento do esforço articulatório, estima-se o aumento da velocidade da fala, e com isso diminuição da movimentação exacerbada da língua, contudo o grupo controle não demonstrou efeitos de uma velocidade de fala rápida na cinemática articulatória para a produção de frases.	Quando se fala em um ritmo rápido, os indivíduos com TCE grave parecem usar um maior esforço articulatório, possivelmente para preservar o carácter distintivo de segmentos fonéticos.

Legenda: EPG – Eletropalatografia; USG – Ultrassonografia; AEM – Articulografia Eletromagnética (=EMA - Electromagnetic Articulography); VOT – Voice-Onset-Time)

Quadro 6. Continuação...

Estudo	Título	Objetivo	Resultados	Conclusão
13	Using EPG data to display articulatory separation for phoneme contrasts.	Auxiliar a representar graficamente dados de EPG na separação articulatória de determinados fonemas usando contrastes entre eles.	Para que os gráficos sejam representados e esclarecidos, deve-se enfatizar a extensão e a separação por contraste entre os fonemas, principalmente entre semivogais e fricativos.	Os dados gráficos da eletropalatografia enfatizam a importância de se estabelecer a presença e extensão de separação por contrastes produzidos por interfalantes.
14	EPG in the description and treatment of speech disorders in five children with Cerebral Palsy.	Investigar se o método do <i>feedback</i> visual do instrumento de eletropalatografia serviria como uma ferramenta eficaz para o tratamento de crianças (5) com diagnóstico de paralisia cerebral e disartria, explorando se este possível treinamento melhorará a articulação dos fonemas alveolares.	Foram tratados ao longo do estudo resultados articulatórios incomuns entre língua e palato. Os resultados evidenciam um posicionamento de movimento anteriorizado em relação aos fonemas.	Os resultados mostraram que consoantes como /t/, /d/, /d/ e /s/ passaram a ser produzidas mais anteriormente após o treinamento com os fonemas-alvo, sendo que algumas das características da articulação de crianças disártricas em decorrência da paralisia cerebral revelaram poucos contatos da língua no palato, além de dupla articulação e articulação anormalmente retraída.
15	Effects of medication and subthalamic nucleus deep brainstimulation on tongue movements in speakers with Parkinson's disease using electropalatography: a pilot study.	Quantificar os efeitos do medicamento e da estimulação cerebral profunda do núcleo subtalâmico na articulação de pacientes com doença de Parkinson utilizando a EPG.	O medicamento indicou melhoras significativas nos escores motores em um dos pacientes, no entanto, em outro paciente, observou-se deterioração articulatória com a estimulação.	De acordo com os achados na avaliação com EPG, o uso de medicação auxilia na precisão articulatória.
16	Electropalatography in home training of retracted articulation in a Swedish child with cleft palate: effect on articulation pattern and speech.	Avaliar a eficácia da eletropalatografia nos erros formados por uma criança do gênero feminino de 11 anos de idade com fissura labiopalatina.	Tanto a análise do EPG quanto a análise perceptiva mostraram melhora na produção dos fonemas /t/ e /s/ em palavras e sentenças após a terapia.	A análise do contato entre língua e palato mostrou que após a terapia com <i>biofeedback</i> (em torno de 8 h de treinamento em casa) a produção dos fonemas /t/ e /d/ normalizou.
17	Long-term outcomes of speech therapy for seven adolescents with visual <i>feedback</i> technologies: ultrasound and electropalatography.	Analisar a produção da fala de sete adolescentes e adultos jovens com comprometimento auditivo, após dois a quatro anos de intervenção utilizando USG e EPG.	Os julgamentos para as fases 2 e 3 do tratamento, observaram que cinco falantes produziram o segmento com a mesma taxa de acurácia em ambas as fases. E comprovou a manutenção dos níveis de acurácia em um indivíduo, além de aprimoramento em três indivíduos, bem como uma ligeira regressão para quatro indivíduos da amostra.	Algumas limitações do estudo são apontadas, como: número restrito da amostra; curtos períodos de intervenção; utilização de análise perceptivo-auditiva isoladamente e ausência de acesso a um banco de dados normativos para a comparação.
18	Physiological investigation of dysarthria: recent advances.	Descrever e avaliar as técnicas de EPG, EPG sensível à pressão e AEM, destacando suas vantagens relativas, desvantagens e aplicações específicas na avaliação da articulação em falantes com disartria associada a uma variedade de distúrbios neurológicos.	Os benefícios de tecnologias 3D são maiores que as de 2D, pois são mais realistas e isso proporciona resultados mais fidedignos no diagnóstico e na terapia.	A necessidade de avaliações fisiológicas objetivas é extremamente importante para o planejamento terapêutico, sugerindo que os clínicos devem se atualizar a respeito dos advenços dessas técnicas para proporcionar terapias mais eficazes.
19	Cascading influences on the production of speech: Evidence from articulation.	Mostrar a influência da similaridade fonética do contato entre língua e palato e analisar as imagens ultrassonográficas mostrando o contorno mediosagital da língua, bem como mudanças acústicas manifestas como VOT.	Esses três recursos evidenciam o aumento da variabilidade articulatória quando <i>onsets</i> com concorrência fonêmica diferem por uma característica fonológica, se intensificando quanto se diferem por duas características fonológicas.	Utilizando a eletropalatografia para testar três diferentes medidas de variabilidade articulatória, em três frases distintas, foi possível demonstrar que a ativação da articulação dos fonemas é influenciada pela ativação do discurso do indivíduo.

Legenda: EPG – Eletropalatografia; USG – Ultrassonografia; AEM – Articulografia Eletromagnética (=EMA - Electromagnetic Articulography); VOT – Voice-Onset-Time)

Quadro 6. Continuação...

Estudo	Título	Objetivo	Resultados	Conclusão
20	Estudo eletropalatográfico de fonemas nasais.	Descrever o padrão de contato entre a língua e o palato para um falante com fissura labiopalatina, na produção dos fonemas consonantais nasais do Português comparando-o a um falante sem alterações articulatórias.	Todos os fonemas analisados, produzidos pelo falante com fissura labiopalatina, mostraram variações quanto à região articulatória em que ocorreu a constrição em comparação ao falante normal.	Todos os fonemas analisados, produzidos pelo falante com fissura, mostraram variações quanto à região articulatória em que ocorreu a constrição, em relação ao falante normal.
21	Descrição fonética eletropalatográfica de fonemas alveolares.	Realizar a descrição articulatória do Português Brasileiro, examinando-se o contato da língua com o palato na produção de fonemas consonantais.	Depois da realização do procedimento da eletropalatografia, observou-se que os fonemas avaliados têm em seu ponto máximo de constrição o contato maior região alveolar. Os fonemas /t/, /d/ e /n/ foram os que apresentaram maior contato alveolar, com obstrução total da corrente aérea; os fonemas fricativos /s/ e /z/ caracterizaram-se pela ausência de contato no eixo longitudinal central, contudo o fonema lateral /l/ não apresentou contato no eixo longitudinal lateral e a líquida não lateral caracterizada pelo tap apresentou poucos contatos da língua com o palato e foi produzido com menor tempo de duração.	A EPG permite fazer uma descrição detalhada da forma e da extensão do contato língua-palato nos diferentes fonemas alveolares do Português.

Legenda: EPG – Eletropalatografia; USG – Ultrassonografia; AEM – Articulografia Eletromagnética (=EMA - Electromagnetic Articulography); VOT – Voice-Onset-Time

na área de fala, sendo que um deles também relacionava o uso da EPG na fala e na neurologia. Dos estudos, metade demonstrou a aplicação da EPG na avaliação fonoaudiológica e a outra metade mostrou o uso desta técnica na terapia.

Referente à busca na plataforma PubMed com o termo e descritor *electropalatography AND ultrasonography*, obtiveram-se três (3) artigos, sendo dois (2) do tipo prospectivo quantitativo qualitativo, e um (1) do tipo descritivo. Em relação à área de estudo, todos se referiam à fala, sendo que um ainda incorporava a neurologia em sua pesquisa. Todos os estudos aliaram a EPG à USG, sendo que um deles ainda aliou essas duas técnicas à EPG sensível à pressão e AEM. Todos os estudos pesquisaram a respeito do uso da EPG na avaliação fonoaudiológica.

Dois artigos foram encontrados na plataforma Scielo com termo e descritor *electropalatography AND speech*, tratando-se de dois (2) artigos que avaliaram e descreveram por meio de EPG o estudo dos fonemas nasais e alveolares em diferentes indivíduos, o estudo 21 descreveu também foneticamente os resultados.

No Quadro 6, a seguir, será apresentada a síntese de cada artigo selecionado para esta revisão, sendo abordados o título, o(s) objetivo(s), o(s) resultado(s) e a conclusão da pesquisa.

DISCUSSÃO

1) Estudos que evidenciaram o uso da EPG na terapia fonoaudiológica

A partir da leitura dos estudos, pode-se perceber que a EPG atua como um método eficiente para destacar resultados de tratamentos para diferentes etiologias. Um desses casos é

citado no E1, em que a EPG é utilizada como *feedback* visual de pacientes usuários de implante coclear, auxiliando no treinamento de sons e na transferência em relação a esses sons para a produção da fala encadeada.

Os erros articulatorios foram supridos principalmente na produção alvo do fonema /g/, pois, por meio do *feedback* visual, tornou-se possível a percepção e produção desse fonema em terapia, uma vez que o fonema /g/ é velofaríngeo e sua visualização apenas acontece por meio de um instrumento de intervenção, como a EPG, uma vez que usuários de implante coclear necessitam de um *biofeedback* aprimorado para perceber e produzir a fala de maneira correta.

A fala, como ato complexo que é, necessita que as estruturas do sistema estomatognático (miofuncional) estejam em condições propícias para a produção e articulação, no entanto, quando há alterações nas estruturas e funções envolvidas, existe a dificuldade para articulação.

O tratamento diferenciado para alterações de origem miofuncionais, tanto para estrutura quanto para funções, podem ser aperfeiçoados quando utilizados a aprendizagem e o treino dos movimentos adequados (E3).

Esses benefícios terapêuticos advêm da possibilidade de investigar as características dinâmicas dos pontos articulatorios observados pela utilização da EPG.

Quando há alterações que não somente são de origem miofuncional, mas que apresentam características neurológicas como a paralisia cerebral, o treino de movimento deve ser diferenciado em função das dificuldades apresentadas por essa etiologia. O EPG como método de *feedback* visual investiga

quais os principais erros dos distúrbios articulatórios de cada indivíduo. No E14, relata-se que /t/, /d/ e /s/ passaram a ser produzidas mais anteriormente após o treinamento com os fonemas-alvo, sendo que algumas das características da articulação de crianças disártricas em decorrência da paralisia cerebral eram poucos contatos da língua no palato, além de dupla articulação e articulação anormalmente retraída. Distintas crianças, com características individuais provenientes da paralisia cerebral podem se beneficiar com a ferramenta da EPG, diagnosticando, tratando e principalmente descrevendo os erros de articulação associados com a paralisia cerebral. Apesar de a utilização dessa ferramenta ser um fator de limitação, é necessário evidenciar determinados resultados pensando em etiologias que necessitam de uma avaliação superior, mais completa, em função da demanda de queixas que apresentam.

No E11, observa-se o estudo de “Conhecimento de Desempenho” e mostra que tal conhecimento possibilita o *biofeedback* ao paciente, sendo utilizado para proporcionar informação sobre a natureza e qualidade do movimento das respostas, com o objetivo de orientar a aprendizagem ou reabilitar o ato motor. Nesse estudo, foram selecionados doze adultos falantes do Inglês, dos quais alguns deveriam produzir o /r/ em palavras com gabarito cinemático usando a EPG, e alguns deveriam produzir o /r/ sem o gabarito cinemático. Para tanto, por mais de uma semana, foram fornecidas cinco horas de terapia, divididas em cinco sessões. Foi realizado um teste antes do treinamento e outro teste após uma semana de treinamento, para obter exatidão da produção.

Concluiu-se que a manipulação da velocidade de fala faz parte integrante do tratamento das disartrias, embora os efeitos das mudanças na velocidade de fala sobre a dinâmica articulatória em pessoas com traumatismo cranioencefálico (TCE) sejam pouco documentados. Para tanto, os autores desta pesquisa compararam os efeitos das manipulações de velocidade de fala (habituais em relação ao rápido) no contato da língua com o palato em falantes adultos com TCE grave e em um grupo controle de indivíduos normais.

Os resultados demonstraram que o grupo com TCE demonstrou um aumento do esforço articulatório a partir de um aumento na velocidade máxima e aceleração/desaceleração máxima de movimento da língua ao falarem numa velocidade rápida. O grupo controle não demonstrou efeitos de uma velocidade de fala rápida na produção articulatória para produzir sentenças.

A EPG, quando utilizada como instrumento de terapia, pode reforçar o tratamento em crianças com fissura labiopalatina (E16). Os erros persistentes na articulação foram fator fundamental para uso dessa ferramenta em terapia. Nesse caso, fonemas fricativos isolados em palavras e frases foram alvo de *feedback* visual em oito meses de tratamento, mostrando que a EPG é suficiente ou em conjunto com a terapia convencional para corrigir erros articulatórios associados à fissura palatina (E16), embora ainda seja necessário explorar a interferência da EPG no tratamento para a inteligibilidade de fala, o que é afetado em indivíduos com diferentes tipos de fissura labiopalatina.

Com estas constatações, reforça-se que, por mais que a avaliação objetiva quantifique e aponte resultados fidedignos, a análise não pode ser feita sem a avaliação perceptiva de um profissional e/ou técnico da área.

Tais estudos demonstraram a possibilidade de inferir diagnósticos e resultados com maior acurácia, auxiliando o clínico a realizar comparações pré e pós-tratamento e a verificar possíveis melhoras por meio do *feedback* visual, podendo ainda evidenciar os resultados para os familiares, otimizando o tratamento e concluindo que a terapia fonoaudiológica pode se beneficiar por meio da utilização do EPG associada à terapia convencional para diferentes abordagens.

2) Estudos que evidenciaram o uso da EPG na avaliação fonoaudiológica

É possível aplicar a EPG tanto na terapia quanto na avaliação fonoaudiológica, embora seu uso seja mais comum no âmbito científico da fonoaudiologia, tendo em vista o alto custo do equipamento e a capacitação para o uso dessa ferramenta.

Foram oito estudos que utilizaram a EPG no âmbito da pesquisa para fins de descrição fonética. O E2 objetivou caracterizar a articulação de fonemas que possuem o palato como articulador passivo, e observou-se que os fonemas possuem diferentes pontos articulatórios desenvolvidos pelo conjunto dos órgãos fonoarticulatórios e, dentre os pontos articulatórios, os movimentos laterais da língua no palato duro são essenciais para a produção de plosivas, determinadas fricativas e vogais altas.

O E2 investigou as características dinâmicas do contato lateral da língua com o palato durante o início da oclusão alveolar dos fonemas /t/, /d/ e /n/ em adultos típicos, com o uso da EPG. Os movimentos laterais da língua observados na EPG permitem um “selo” intraoral para construir a pressão necessária durante a produção de obstruintes alveolares, importantes para o fornecimento de pistas de transições acústicas na identificação precisa dos sons, tanto na adequada percepção quanto na produção de alveolares.

Segundo os autores, foi surpreendente a ausência de investigações, compreensão e conhecimento sobre esse tema. A explicação para essa negligência foi à falta de metodologia adequada para investigar a atividade da língua na cavidade oral, sendo a EPG uma técnica adequada, com o objetivo de registrar o contato das laterais da língua no palato.

Essa constatação está de acordo com o que foi observado na maioria dos artigos pesquisados, pois a falta de estudos sobre a técnica e o uso da EPG e os poucos estudos característicos desse instrumento demonstram que ele gera benefícios terapêuticos para diferentes modalidades de patologia e para públicos diferentes, auxiliando na ciência da Fonoaudiologia.

Além das plosivas e fricativas, vogais também são comparadas em produções de crianças típicas e atípicas por meio da EPG (E4). O contato da língua no palato para produção de vogais é objeto de estudo para inferir a produção articulatória. Cinco vogais sem suas derivações possuem cinco contatos diferentes do formante da língua no palato, e quando a produção das vogais ocorre de forma mais perto do adequado, as crianças típicas não apresentam contato completo da língua no palato para a produção.

No entanto, as crianças atípicas mostraram contato completo língua-palato durante, pelo menos, parte da produção de algumas vogais. Os resultados sugerem que o completo contato da língua

no palato é uma característica do desenvolvimento atípico de fala, porém os autores referem que outras pesquisas são necessárias para determinar as causas e as consequências desse padrão, tendo em vista o número pequeno de participantes desse estudo, além de escassos estudos sobre a posição e o contato da língua em crianças típicas na produção de vogais.

Entender o detalhe articulatório atípico é um desafio, sendo a EPG um procedimento que permite gravar esse detalhe, pois durante a produção da fala é possível determinar a localização e o tempo de contato da língua no palato⁽²⁴⁾.

A maioria dos estudos que envolvem a utilização do EPG destacou, em falantes típicos do Inglês, que o contato completo da língua no palato durante a produção das vogais é uma característica de padrões atípicos de fala⁽²⁴⁾. Em falantes típicos, o contato ocorre entre as laterais da língua e nas margens laterais do palato, sendo relacionado a fatores como formato do palato, diferentes vogais e ao contexto fonético em que ocorrem. Entretanto, há poucos estudos que demonstram o contato e a posição da língua em crianças típicas e atípicas falantes de diferentes idiomas.

Pesquisas⁽¹⁰⁾ sugeriram estudos futuros com o uso da EPG utilizando estímulos de fala controlados e grupos de indivíduos mais específicos e pareados com grupos de crianças típicas para maiores investigações desses achados.

No desenvolvimento atípico da fala, estratégias articulatórias específicas na aquisição de uma língua são utilizadas, sendo que o discurso transmite informações sociolinguísticas e características idiossincráticas, demonstrando que a característica idiossincrática de um falante pode ser parcialmente explicada pelo comportamento aprendido, além de considerações anatômicas e fisiológicas. Isso está explicado no E5, assim como a variabilidade de fala entre os falantes, originadas por fatores relevantes, como o impacto das influências não biológicas: experiências de linguagem individuais e socioambientais. Entretanto, os determinantes biológicos não devem ser desconsiderados. Os parâmetros biomecânicos e fisiológicos afetam diretamente a produção da fala, tais como o formato do palato.

Evidências de que estratégias específicas para a intervenção de cada indivíduo dependeram do grau de inclinação fornecido entre alvéolo e o palato. A inclinação geral do palato, também foi pontuada, principalmente devido ao fato de que a língua tem que seguir o formato do palato, a fim de estabilizar sua produção, bem como para a construção de um canal para o fluxo de ar necessário na produção de sibilantes. A EPG mostrou-se importante para examinar a variabilidade intrafalantes, independentemente da realização do contraste. O comprometimento articulatório torna-se, em alguns casos, uma restrição morfológica⁽²⁵⁾.

Ainda neste tópico de avaliação e em diferentes indivíduos e demandas, a avaliação de fala em crianças com Síndrome de Down (SD) é ponto destacado dentre esses critérios de avaliação com o uso de EPG. Sabe-se que indivíduos com SD apresentam inteligibilidade de fala reduzida e desenvolvimento do sistema fonológico desordenado⁽¹⁸⁾. Poucos estudos forneceram análises fonéticas mais detalhadas utilizando técnicas instrumentais, como a análise acústica e a eletropalatografia, e, por isso, tais técnicas são relevantes para fornecer respostas sobre erros específicos

de fala, tais como plosivas desvozeadas, raramente detalhadas em indivíduos com SD.

A análise perceptiva (E6) identificou que o grupo controle produziu corretamente 100% dos alvos, e o grupo com SD produziu em média 71,5% corretamente. A análise pela EPG também identificou que os indivíduos com SD utilizaram os padrões de contato da língua-palato caracterizados como: articulação posterior, mínimo contato, aumento do contato, anteriorização ou ausência de vedação lateral.

Verificou-se, portanto, que crianças com SD realizaram menos produções do fonema /t/ do que crianças típicas, apesar de ser um fonema de aquisição inicial. O aumento do contato de língua no palato observado na produção de /t/ pôde ser explicado pelo reduzido tamanho do palato nos indivíduos com SD e sua relação com a postura da língua, enquanto que o mínimo contato pode ser explicado pelas dificuldades de controle motor e muscular.

Observou-se também que crianças típicas podem utilizar diferentes padrões de articulação para a correta produção do /t/. Os autores⁽¹⁶⁾ concluíram que estudos com a EPG demonstraram informações articulatórias relevantes que podem ser analisadas de forma qualitativa. Esses dados levantaram questionamentos sobre como determinados padrões se relacionam com alterações específicas de fala e também como se podem categorizar diferentes padrões para crianças típicas.

Outro estudo envolvendo descrição fonética foi o E19, o qual apontou a possibilidade de que erros fonológicos na fala possam refletir na ativação simultânea de mais de uma representação fonêmica. Para resolver esses problemas, o estudo propôs-se a quantificar e comparar o início da articulação das consoantes por meio de três tipos de pesquisa: eletropalatografia, ultrassonografia e VOT (*Voice-Onset-Time*).

Essas três fontes forneceram evidências convergentes de que a variabilidade articulatória aumenta quando *onsets* com concorrência fonêmica diferem por uma característica fonológica, se intensificando quando diferem por duas características fonológicas. Através deste estudo, pôde-se concluir que a articulação de fonemas é influenciada pela ativação do plano de discurso em cascata.

A EPG também serviu como instrumento de avaliação de fala na pesquisa E20 e almejou analisar os fonemas nasais em indivíduos com fissura labiopalatina. Segundo esse estudo, não havia pesquisas a respeito dos fones nasais devido à expectativa de que indivíduos com fissura labiopalatina produziram naturalmente tais fonemas, em virtude de que esses fones não estão entre as consoantes que necessitam de pressão intraoral. Porém esses fonemas sofreram variações quanto à região articulatória em relação à fala típica, o que gerou implicações importantes para a prática clínica.

O estudo concluiu que a análise de fala baseada somente na avaliação perceptiva associada à descrição dos movimentos articulatórios está sujeita a muitas limitações, e sugere-se o uso da EPG para mostrar ao falante o que está inadequado em sua fala e as modificações necessárias, sendo a EPG, além de um instrumento objetivo de avaliação da fala, um recurso terapêutico de *feedback* visual.

A EPG analisou a fala principalmente com os fones alveolares para analisar o seu ponto de contato. De acordo

com a pesquisa E21, por envolverem maior contato entre língua e palato, os fonemas alveolares são privilegiados na descrição eletropalatográfica, gerando resultados bastante precisos. A descrição eletropalatográfica dos fonemas alveolares proporcionou imagens reais do contato entre a língua e o palato, descrevendo separadamente os fonemas /s/ e /z/, /t/ e d/, /n/, /l/ e, por fim, o *tap* /r/.

Por meio da eletropalatografia pode-se realizar a descrição detalhada da forma e da extensão do contato da língua nos diferentes fones alveolares do Português. Ainda se precisa de mais estudos e evidências científicas para elaborar uma padronização dos procedimentos e de como quantificar e qualificar os resultados. Sabe-se que, por este procedimento não ser de tão fácil acesso tanto para a clínica quanto para a pesquisa, os achados são limitados.

Os demais estudos analisados nesta revisão sistemática abordaram o uso da EPG como método de avaliação fonoaudiológica em vários âmbitos, tais como voz, neurologia, motricidade orofacial, audição, entre outros.

Sabe-se que a produção oral envolve, além da organização do trato vocal para produção de consoantes e vogais, as características acústicas que definem a ressonância laríngea e a velocidade de fonação. O uso da EPG no E7 e no E8 mostrou as diferenças das consoantes na produção do trato vocal superior com relação à pressão e à velocidade que estas exercem ao emitir determinado segmento.

Os efeitos da produção das consoantes sobre limiares de fonação podem ser explicados, principalmente, em termos de magnitude e velocidade de abdução das pregas vocais, além de ser utilizado para descrever as consoantes linguopalatais escolhidas para caracterizar a duração em que elas se apresentam em um grupo de indivíduos com ataxia de Friedrich, evidenciando o aumento significativo das durações das consoantes analisadas. Concluiu-se também que, em função do déficit neurológico, ocorre deficiência articulatória em relação ao grupo controle.

Esses estudos descreveram de forma objetiva padrões de articulação e produção que a literatura mostra como característica teórica tanto da Síndrome de Down quanto da Ataxia de Friedrich, porém foi possível caracterizar as manifestações de forma objetiva através do uso de EPG, analisando e descrevendo determinado segmento mais afetado em cada patologia, sendo o fonema fricativo e o ponto articulatório linguopalatal, respectivamente.

No E9, o uso da EPG pode ser utilizado como um complemento útil e uma opção viável para os indivíduos que realizaram avaliações clínicas com suspeita de alteração miofuncional orofacial em conjunto com a avaliação ortodôntica. Neste estudo, foram analisados fonemas linguopalatais quanto à velocidade e contato no palato, entre quatro fases: pré-pulsão, propulsão, pós-propulsão e resultado. Esse estudo descreveu cada fase e seus padrões de contato, evidenciando o uso da EPG como um complemento em âmbito clínico, mesmo que de difícil acesso.

Técnicas instrumentais como a EPG, podem proporcionar uma avaliação objetiva, com base na percepção auditiva auxiliando na transcrição dos dados de fala.

O E10 foi realizado com o objetivo de determinar o conhecimento dos fonoaudiólogos sobre o contato coronal entre língua e palato para consoantes do Inglês; e também determinar

fatores que aumentam o conhecimento dos fonoaudiólogos acerca do contato língua/palato⁽⁶⁾. Duzentos e quarenta (240) fonoaudiólogos australianos receberam um questionário. Desses, 198 retornaram o questionário, mas 23 fonoaudiólogos não preencheram todas as questões.

Assim, foram analisados 175 questionários, sendo que todos os participantes trabalharam com crianças que apresentaram desordens nos sons da fala: 61,39% já haviam visto a EPG anteriormente, porém apenas 1,3% não havia utilizado a EPG.

Os fonoaudiólogos demonstraram bom conhecimento do contato língua/palato ao longo da linha média, porém pouco conhecimento do contato ao longo das margens laterais do palato. Oito consoantes (/f, θ, s, z, ð, l, ɹ, ʒ/) estavam entre aquelas que os fonoaudiólogos demonstraram pobre conhecimento do contato língua/palato, surpreendentemente, as mesmas consoantes que são consideradas “difíceis” para crianças com desordens nos sons da fala, e que, conseqüentemente, são também aquelas frequentemente consideradas alvos de intervenção.

Os autores⁽¹⁰⁾ concluíram que não é viável exigir que fonoaudiólogos utilizem a EPG em suas clínicas, porém sugeriram que os profissionais conhecessem os pontos de contato obtidos pela EPG em falantes típicos, familiarizando-se com os termos empregados para analisar os pontos de contato língua/palato e que houvesse o aumento do uso de pesquisas para maiores percepções e resultados acerca do ponto da língua.

A manipulação da velocidade de fala faz parte integrante do tratamento da disartria e os efeitos das mudanças na velocidade de fala sobre a dinâmica articulatória em pessoas com TCE é pouco documentada. Autores pesquisaram os efeitos das manipulações de velocidade de fala (habituais em relação ao rápido) no contato da língua com o palato em falantes adultos com TCE grave comparados a um grupo controle de indivíduos normais. O uso do EPG nesse estudo foi associado à articulografia eletromagnética, tendo como evidência de que adultos com TCE apresentam diferentes estratégias para aumentar a velocidade de fala, como esforço articulatório, aumento na velocidade máxima, aceleração/desaceleração máxima de movimento da língua. Com essas características, pode-se inferir que, quando se fala em um ritmo rápido, os indivíduos com TCE grave parecem usar um maior esforço articulatório, possivelmente para preservar o caráter distintivo de segmentos fonéticos.

Ratifica-se a importância de utilizar estes instrumentos objetivos para análise de fala, principalmente de patologias de ordem neurológica, em que o principal desejo é a recuperação das funções primárias, entre elas a fala e sua compreensão e expressão, com o uso do instrumento associado às estratégias, pois se observou melhora nos movimentos de língua para exercer os comandos motores necessários para fala.

Uma das dificuldades recorrentes para os pesquisadores no E13 que utilizou a EPG é a grande variabilidade nos padrões espaciais que ocorrem entre falantes, pelo fato de não haver um padrão. Essa alta variabilidade combinada a um pequeno número de participantes, torna problemática a identificação das diferenças do contato entre a língua e palato, assim como a definição de padrões normais durante a terapia com *biofeedback* visual.

Desta forma, a EPG auxilia na avaliação e na terapia fonoaudiológica, pois detecta e reduz esses problemas devido

aos dados gráficos que oferecerem informações em termos de separação articulatória de contraste entre fonemas. Os gráficos enfatizam a importância de se estabelecer a presença e a extensão de separação por contrastes produzidos entre os falantes. Quando usada em conjunto com análise acústica e análises da percepção auditiva, propõe-se que a representação de dados de articulação em termos de separação será útil para uma variedade de propósitos clínicos e de pesquisa.

Considera-se o instrumento de EPG ainda uma novidade para o âmbito fonoaudiológico, tanto para a clínica quanto para a pesquisa, principalmente por ser um equipamento de difícil acesso com características particulares para uso. Com isso, surge a dificuldade em descrever os resultados por parte dos pesquisadores, sabe-se que são características a serem visitadas em cada indivíduo, mas, mesmo assim, há uma alta variabilidade nos padrões espaciais que ocorrem entre os falantes, dificultando a representação gráfica mostrando os fonemas que foram avaliados e a separação entre eles. Aponta-se para a necessidade de mais pesquisas que envolvam este instrumento auxiliando no meio científico, mas principalmente na tentativa de padronização de resultados ou descrição de características.

Além da patologia de paralisia cerebral, o instrumento do EPG foi utilizado no E15 para analisar a fala em pacientes com Doença de Parkinson, ou seja, disartria hipocinética, e comparar a função articulatória desses pacientes antes e depois do tratamento. Sabe-se que um dos tratamentos para reduzir tremor e rigidez consiste na estimulação cerebral profunda no núcleo subtalâmico, porém o efeito desta estimulação ainda é variável no tratamento da disartria.

O estudo evidenciou que a EPG é um recurso de grande valia para a análise da articulação, pois, através dela, foi possível concluir que a estimulação somada à medicação apresenta maiores efeitos na melhora da articulação quando comparada à estimulação sem a medicação.

Outra consideração que deve ser relatada é que, mesmo com o uso de medicamentos, os dois indivíduos apresentaram características distintas em relação ao efeito da estimulação da medicação na articulação. Um dos indivíduos apresentou deterioração na articulação com a medicação, em contrapartida, o outro apresentou melhora na precisão articulatória. Conclui-se que o EPG foi de extrema importância ao demonstrar de forma objetiva a precisão articulatória de sons velares, colaborando para a patologia da doença de Parkinson e suas comorbidades.

Encontrou-se, no estudo E17, que o EPG foi utilizado em conjunto com a ultrassonografia como *feedback* visual no tratamento em indivíduos com deficiência auditiva, uma vez que necessitam do reforço nos outros sentidos para aperfeiçoarem a fala. Notou-se, nestes indivíduos, melhoras significativas das fricativas, das vogais e da rótica /R/, sendo visível a generalização pós-tratamento. Por ser um estudo realizado em longo prazo, durante dois anos, pôde-se inferir que a reabilitação da fala com recursos de *feedback* visual apresenta efeitos duradouros principalmente nos indivíduos com deficiência auditiva, uma vez que o *feedback* visual se torna um sentido refinado.

Outros pesquisadores descreveram três tipos de instrumentos para avaliação da função articulatória: eletropalatografia, eletropalatografia sensível à pressão e articulografia

eletromagnética no E18. O objetivo dessa pesquisa foi expandir os conhecimentos sobre a função articulatória, tendo em vista as recentes análises sobre o movimento da língua durante fala, as quais antigamente não eram realizadas devido à falta de instrumentação adequada.

Hoje, pelo advento de tecnologias 2D e 3D, como eletropalatografia e a articulografia eletromagnética, é possível visualizar o movimento da língua e dos outros articuladores. Tecnologias 3D têm mais benefícios que as 2D por serem mais realistas e proporcionarem resultados mais fidedignos, auxiliando no planejamento terapêutico. Em casos de disartria, é extremamente importante realizar avaliações objetivas, devido às diversas manifestações dessa alteração de fala.

O uso da eletropalatografia, da articulografia eletromagnética, da eletropalatografia sensível à pressão juntamente à ultrassonografia concluiu que a necessidade de avaliações fisiológicas objetivas é extremamente importante para o planejamento terapêutico, sugerindo que os clínicos deveriam se atualizar a respeito dos advenços dessas técnicas para proporcionar terapias mais eficazes.

CONCLUSÃO

A EPG mostrou-se um método importante para o mapeamento dos contatos da língua no palato. Importa destacar estudos em indivíduos normais que pretendem nortear as pesquisas em diferentes patologias da fala. Poucos estudos^(18,12) relacionaram as análises eletropalatográfica e ultrassonográfica, tanto em indivíduos normais quanto naqueles com alterações na fala.

Uma hipótese para a carência de estudos aliando as duas técnicas é ainda o elevado custo em adquirir tais equipamentos, a necessidade de aliar esses equipamentos a um laboratório adequado às análises de fala, atrelar as análises a *software* que sincronizem os sinais de acústicos e articulatórios, bem como a capacitação de profissionais para utilizarem esses instrumentos.

Porém, as informações estáticas dos pontos de contato da língua no palato detectados por meio de um eletropalatógrafo associadas às avaliações dinâmicas, em tempo real, dos gestos articulatórios, obtidas pelo ultrassom, complementam a análise da tarefa desempenhada na realização da fala.

Esses instrumentos trazem avanços consideráveis na avaliação, diagnóstico e intervenção de diversos distúrbios que afetam a comunicação humana, entendendo o processo evolutivo da fala e perspectivas de progressos no tempo e na qualidade da intervenção. A terapia fonoaudiológica pode ser aprimorada por meio dos achados dos resultados dessa revisão de artigos, pois distintas patologias foram abordadas e pode-se inferir, a partir desses estudos, os resultados de intervenções em âmbito clínico.

As análises subjetivas não serão superadas pelas avaliações instrumentais, estas servem de parâmetro para desvendar detalhes que poderão complementar os modelos de avaliação, tratamento e comparações existentes.

REFERÊNCIAS

1. Ball M, Gracco V, Stone M. A comparison of imaging techniques for the investigation of normal and disordered speech production. *Adv Speech Lang Pathol.* 2001;3(1):13-24. <http://dx.doi.org/10.3109/14417040109003705>.

2. Barberena LS, Keske-Soares M, Berti LC. Descrição dos gestos articulatórios envolvidos na produção dos sons /t/ e /l/. *Audiol Commun Res.* 2014;19(4):338-44. <http://dx.doi.org/10.1590/S2317-6431201400040000135>.
3. Berti LC, Marino VCC. Marcas linguísticas constitutivas do processo de aquisição do contraste fônico. *Rev GEL.* 2008;5(2):103-21.
4. Mantie-Kozłowski A, Pitt K. Electropalatography as an adjunct to nonspeech orofacial myofunctional disorder assessments: a feasibility study. *Int J Orofacial Myology.* 2013;39:31-44. PMID:24946660.
5. Jesus M S, Reis C. Phonetic description of alveolar phones using electropalatography. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2012;24(3):255-61. PMID:23128174.
6. McLeod S. Speech-language pathologists' knowledge of tongue/palate contact for consonants. *Clin Linguist Phon.* 2011;25(11-12):1004-13. PMID:22106891. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2011.620678>.
7. Öller Darelid M, Hartelius L, Lohmander A. Generalised EPG treatment effect in a cochlear implant user maintained after 2 years. *Int J Speech Lang Pathol.* 2015;1-12. PMID: 26120889. <http://dx.doi.org/10.3109/17549507.2015.1048827>.
8. Lee A, Gibbon FE, Oebels J. Lateral bracing of the tongue during the onset phase of alveolar stops: an EPG study. *Clin Linguist Phon.* 2015;29(3):236-45. PMID:25495013. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2014.991449>.
9. Mantie-Kozłowski A, Pitt K. Treating myofunctional disorders: a multiple-baseline study of a new treatment using electropalatography. *Am J Speech Lang Pathol.* 2014;23(4):520-9. PMID:25178428. http://dx.doi.org/10.1044/2014_AJSLP-14-0001.
10. Lee A, Gibbon FE, Kearney E, Murphy D. Tongue-palate contact during selected vowels in children with speech sound disorders. *Int J Speech-Language Pathol.* 2014;16(6):562-70. PMID:24345004. <http://dx.doi.org/10.3109/17549507.2013.862857>.
11. Weirich M, Fuchs S. Palatal morphology can influence speaker-specific realizations of phonemic contrasts. *J Speech Lang Hear Res.* 2013;56(6):S1894-908. PMID:24687445. [http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388\(2013\)12-0217](http://dx.doi.org/10.1044/1092-4388(2013)12-0217).
12. Timmins C, Hardcastle WJ, Wood S, Cleland J. An EPG analysis of /t/ in young people with Down's syndrome. *Clin Linguist Phon.* 2011;25(11-12):1022-7. PMID:22106892. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2011.616981>.
13. Koenig LL, Fuchs S, Lucero JC. Effects of consonant manner and vowel height on intraoral pressure and articulatory contact at voicing offset and onset for voiceless obstruents. *J Acoust Soc Am.* 2011;129(5):3233-44. PMID:21568425. <http://dx.doi.org/10.1121/1.3561658>.
14. Folker JE, Murdoch BE, Cahill LM, Rosen KM, Delatycki MB, Corben LA, et al. Differentiating impairment levels in temporal versus spatial aspects of linguopalatal contacts in Friedreich's ataxia. *Mot Contr.* 2010;14(4):490-508. PMID:21051790. <http://dx.doi.org/10.1123/mcj.14.4.490>.
15. Ballard KJ, Smith HD, Paramatmuni D, McCabe P, Theodoros DG, Murdoch BE. Amount of kinematic *feedback* affects learning of speech motor skills. *Mot Contr.* 2012;16(1):106-19. PMID:22402216. <http://dx.doi.org/10.1123/mcj.16.1.106>.
16. Murdoch BE, Kuruvilla MS, Goozée JV. Effect of speech rate manipulations on articulatory dynamics in severe traumatic brain injury: an EMA and EPG study. *Brain Inj.* 2012;26(3):241-60. PMID:22372412. <http://dx.doi.org/10.3109/02699052.2011.650664>.
17. Gibbon FE, Lee A. Using EPG data to display articulatory separation for phoneme contrasts. *Clin Linguist Phon.* 2011;25(11-12):1014-21. PMID:21967129. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2011.601393>.
18. Nordberg A, Carlsson G, Lohmander A. Electropalatography in the description and treatment of speech disorders in five children with cerebral palsy. *Clin Linguist Phon.* 2011;25(10):831-52. PMID:21591933. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2011.573122>.
19. Hartinger M, Tripoliti E, Hardcastle WJ, Limousin P. Effects of medication and subthalamic nucleus deep brain stimulation on tongue movements in speakers with Parkinson's disease using electropalatography: a pilot study. *Clin Linguist Phon.* 2011;25(3):210-30. PMID:21158488. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2010.521877>.
20. Lohmander A, Henriksson C, Havstam C. Electropalatography in home training of retracted articulation in a Swedish child with cleft palate: effect on articulation pattern and speech. *Int J Speech-Language Pathol.* 2010;12(6):483-96. PMID:20602582. <http://dx.doi.org/10.3109/17549501003782397>.
21. Bacsfalvi P, Bernhardt BM. Long-term outcomes of speech therapy for seven adolescents with visual *feedback* technologies: ultrasound and electropalatography. *Clin Linguist Phon.* 2011;25(11-12):1034-43. PMID:22106893. <http://dx.doi.org/10.3109/02699206.2011.618236>.
22. Murdoch BE. Physiological investigation of dysarthria: recent advances. *Int J Speech-Language Pathol.* 2011;13(1):28-35. PMID:21329408. <http://dx.doi.org/10.3109/17549507.2010.487919>.
23. McMillan CT, Corley M. Cascading influences on the production of speech: evidence from articulation. *Cognition.* 2010;117(3):243-60. PMID:20947071. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cognition.2010.08.019>.
24. Jesus MS, Reis C. Electropalatography of nasal phones produced by an adult with cleft lip and palate. *Rev CEFAC.* 2012;15(3):697-706.
25. Zharkova N. Using ultrasound to quantify tongue shape and movement characteristics. *Cleft Palate Craniofac J.* 2013;50(1):76-81. PMID:22117937. <http://dx.doi.org/10.1597/11-196>.

Contribuição dos autores

LSB, CRP, SNS e ACMP foram responsáveis, conjuntamente, pela delimitação do estudo, pesquisa bibliográfica e redação do mesmo; MKS e RM supervisionaram a coleta e análise dos dados, bem como, forneceram orientações durante todas as etapas de elaboração do estudo e realizaram a revisão do texto.