

POTENCIAL DE APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA NA AVALIAÇÃO DO MODO RESPIRATÓRIO

Yasmim C. Telson, Acadêmica do Curso de Fonoaudiologia da UFMG, yasmintelson@gmail.com
Andréa R. Motta, Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da UFMG, andreamotta@ufmg.br
Renata M. M. M. Furlan, Professora colaboradora do Mestrado em Ciências Fonoaudiológicas da UFMG, renatamfurlan@yahoo.com.br
Estevam B. Las Casas, Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas da UFMG, estevam@dees.ufmg.br
Matheus P. Porto, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFMG, matheusporto@demec.ufmg.br
Rudolf Huebner, Professor associado do Departamento de Engenharia Mecânica, rudolf@demec.ufmg.br
Danielle C. Marques, Acadêmica do Curso de Fonoaudiologia da UFMG, daniellemques@gmail.com

Resumo. *Objetivo: pesquisar na literatura científica nacional e internacional a viabilidade do uso da técnica de termografia para a avaliação do modo respiratório, propiciando um novo instrumento clínico de análise para a prática fonoaudiológica. Metodologia: realizou-se pesquisa bibliográfica entre outubro e novembro de 2017 nas bases de dados MEDLINE (via Pub Med), Web of Science, Derwent, WIPO e USPTO, utilizando os descritores termografia e respiração. Resultados: foram localizados artigos publicados entre 2009 e 2017, sendo a maioria dos últimos cinco anos. Também foram encontradas duas patentes. Não se observou pesquisas nacionais nessa área. Os estudos apontaram resultados relevantes do uso da técnica para a análise fisiológica da respiração. Conclusão: a partir da pesquisa realizada percebe-se que a termografia infravermelha caracteriza-se como uma ferramenta promissora para a análise e diagnóstico dos mecanismos respiratórios. Novos estudos devem ser realizados para verificar sua aplicabilidade na avaliação do modo respiratório, além da criação de um protocolo específico para sua utilização.*

Palavras chave: Termografia, Respiração, Modo Respiratório, Instrumentação, Fonoaudiologia.

1. INTRODUÇÃO

A Motricidade Orofacial constitui a área da Fonoaudiologia responsável por estudar os aspectos orofaciais e miofuncionais do sistema estomatognático, incluindo o tipo e modo de respiração.

O modo respiratório é um importante fator de influência no equilíbrio das estruturas orofaciais, podendo ser: oral, nasal ou oronasal. A respiração oral habitual é uma alteração que demanda grande atenção da Fonoaudiologia, já que pode causar alterações significativas no equilíbrio miofuncional, tais como: deformações craniofaciais e oclusais; perda de força da musculatura orofacial; alterações funcionais na mastigação, deglutição e fonoarticulação, além de modificações e adaptações corporais. Mesmo após a desobstrução da via aérea, o modo respiratório oral pode permanecer como um hábito. Uma boa avaliação e, consequentemente, um bom diagnóstico, precedem uma intervenção fonoaudiológica eficaz nas alterações do modo respiratório. Logo, o desenvolvimento de técnicas de avaliação objetiva da função nasal é de fundamental importância para o diagnóstico de desvios da normalidade e correto seguimento do paciente (Melo *et al.*, 2013).

O instrumento mais utilizado na prática clínica fonoaudiológica para avaliação do modo respiratório é o Espelho de Glatzel (EG), que corresponde a uma placa de metal graduada que é posicionada abaixo do nariz e permite avaliar o fluxo nasal por meio de condensação do ar expirado (Melo *et al.*, 2013). Outra ferramenta usada na ponderação do fluxo aéreo inspiratório é o *Peak Nasal Inspiratory flow* (PNIF), que é composto por uma máscara de silicone acoplada a um êmbolo graduado responsável por medir o fluxo aéreo nasal máximo durante uma inspiração forçada (Held *et al.*, 2008). Entretanto tais instrumentos não avaliam a respiração habitual. Logo, não há um equipamento “padrão ouro” para a avaliação da respiração na Fonoaudiologia.

A termografia infravermelha é um instrumento não invasivo e não radioativo capaz de analisar funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura corporal. Esta detecta a luz infravermelha emitida pelo corpo. Não é um método que mostra anormalidades anatômicas, porém é capaz de indicar mudanças fisiológicas (Côrte e Hernandez, 2016). Nas últimas cinco décadas houve um aumento considerável da utilização das câmeras de imagem térmica para obter correlações entre a fisiologia térmica e a temperatura da pele (Côrte e Hernandez, 2016).

As câmeras infravermelhas utilizam um sensor com resposta na faixa do espectro infravermelho (comprimento de onda entre 0,75 a 1000 μm) para converter a radiação térmica emitida pela superfície da pele, em sinais elétricos. Os sinais elétricos são quantizados e apresentados na forma de imagem (Sanches *et al.*, 2013).

O presente estudo tem como objetivo pesquisar na literatura científica nacional e internacional a viabilidade do uso da técnica de termografia para a avaliação do modo respiratório, propiciando um novo instrumento de análise para a prática fonoaudiológica.

2. METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa bibliográfica entre outubro e novembro de 2017 nas bases de dados *MEDLINE* (via *Pub Med*), *Web of Science*, *Derwent*, *WIPO* e *USPTO* utilizando os descritores **termografia e respiração**. Optou-se por apenas dois descritores, visto que a inclusão de outros restringiu a busca consideravelmente. Foram utilizados os seguintes critérios de inclusão: textos escritos nas línguas inglesa, portuguesa ou espanhola; pesquisas que continham os descritores selecionados no título, no resumo e/ou assunto; artigos publicados nos últimos 10 anos.

Durante a busca inicial encontrou-se 147 artigos, na base de dados *MEDLINE*, que tiveram título e resumo analisados. Aqueles que não abordavam a investigação da função respiratória por meio da termografia foram descartados (n=138). Já na *Web of Science*, obteve-se 44 artigos, dentre eles, quatro inéditos que abordavam os temas pesquisados. A seleção foi realizada de forma criteriosa por dois pesquisadores independentes que obtiveram ambos, um total de treze artigos. Quanto às bases de patentes, localizaram-se dois documentos.

3. RESULTADOS

Foram localizados artigos publicados e patentes registradas entre os anos de 2009 e 2017, sendo grande parte nos últimos cinco anos. Não se observou pesquisas nacionais nessa área. Os estudos apontam resultados relevantes do uso da técnica para a análise fisiológica da respiração. As informações selecionadas no que concerne ao objetivo, tipo de câmera térmica e resultados estão descritas na tabela abaixo (Tab. 1):

Tabela 1. Síntese dos artigos encontrados.

Autor, Ano e País de origem	Objetivo	Câmera	Resultados
Kastl, Wiesmiller, Lindemann, 2009 Alemanha	Avaliar o uso de sistemas de câmeras de termografia para medições da temperatura da superfície nasal durante a respiração.	Dois sistemas de câmeras diferentes foram utilizados: a câmera <i>Pyroview 380L</i> (DIAS infrared GmbH, Dresden, Alemanha) e a câmera <i>TVS 500 ex</i> Goratec Technology GmbH, Erding, Alemanha).	Durante a inspiração, a superfície do vestíbulo esfriou, apresentando distribuição não homogênea. Já na expiração, a superfície foi aquecida com distribuição também não homogênea.
Lindemann, J et al., 2009 Alemanha	Realizar medições de temperatura sem contato por aplicação de sistemas de termografia em casos com perfurações septais para investigar a troca de calor intranasal perturbada e fluxo de ar nasal.	<i>TVS 500</i> (Goratec Technology GmbH, Erding, Alemanha).	Os registros mostraram uma troca de calor intranasal perturbada durante a inspiração e expiração de pacientes com perfurações septais em comparação com os saudáveis.
Fei, Pavlidis, Murthy, 2009 Estados Unidos	Propor uma nova metodologia para monitorar a apneia do sono através de imagens térmicas.	Câmera <i>FLIR SCR000 Mid-Wave Infra-Red (MWIR)</i> .	Foi confirmada uma alta precisão na abordagem proposta
Lewis, Gatto, Porges, 2011 Estados Unidos	Avaliar uma alternativa e uma estratégia sem contato para monitorar a respiração taxa de transmissão e volume corrente relativo baseado no vídeo térmico da face.	Doze participantes foram testados com uma câmara térmica <i>TVS-700 (Indigo System Inc., Goleta, CA)</i> e sete foram testados com uma câmera térmica <i>SC-6000 (FLIR Inc., Santa Barbara, CA)</i> .	Houve fortes correlações entre as tecnologias demonstrando o uso potencial da termografia de vídeo facial como uma tecnologia sem contato para monitorar a respiração.
Goldman, 2012 Espanha	Validar um sistema de processamento de imagem térmica relacionada à respiração de crianças.	<i>Flir termovisual TM A40 H (Flir System, AB, Suécia)</i> .	Foi possível adquirir de maneira confiável os fluxos de ar nasais alinhados no tempo e estimulação

			do movimento tóraco-abdominal.
Cho <i>et al.</i> , 2012 Inglaterra	Avaliar a frequência respiratória por meio de imagens térmicas móveis com câmeras termográficas acopladas em <i>smartphones</i> .	Câmera de imagem térmica móvel (<i>FLIR One</i> para <i>Android</i> dimensões: 72mm x 26mm x 18mm, FLIR Systems Inc., Santa Barbara, CA,).	O estudo demonstrou extrema robustez do sistema para rastrear a região da narina e medir a frequência respiratória avaliando-a durante exercícios de respiração controlada em cenas dinâmicas de alta Temperature
Hers <i>et al.</i> , 2013 Bélgica	Comparar o Sistema de Detecção de Movimento de Respiração com as curvas do movimento torácico medidas por cintos piezoelétricos, oximetria de pulso digital (SpO2) e a curva de pressão obtida com a cânula nasal.	Foi desenvolvido um equipamento denominado Sistema de Detecção de Movimento por Respiração (BMDS), conceito que utiliza tecnologia de infravermelho passivo (PIR) para uma detecção sem contato de movimentos respiratórios. E foram utilizados cintos piezoelétricos <i>Somnambule</i> , <i>Medatec</i> . [©]	Os dados registrados pelo BMDS mostraram a capacidade da tecnologia em detectar movimentos respiratórios em adultos.
Klaessens <i>et al.</i> , 2014 Holanda	Monitorar a distribuição de temperatura de todo o corpo e detectar pequenas variações de temperatura ao redor do nariz, revelando a taxa de respiração.	Câmera térmica IR calibrada (<i>Xenics Gobi 384</i> , <i>Leuven</i> , <i>Bélgica</i>).	O monitoramento sem contato de sinais vitais provou ser viável e pode ser desenvolvido em um sistema em tempo real.
Pereira <i>et al.</i> , 2015 Alemanha	Apresentar um novo algoritmo robusto de forma remota para monitorar a taxa de respiração usando imagens térmicas.	Câmera termográfica <i>VarioCAM® HD 820S/30 mm</i> (<i>InfraTec GmbH</i> , <i>Dresden</i> , <i>Alemanha</i>).	O equipamento foi capaz de estimar com precisão a taxa de respiração em condições desafiadoras
Pereira <i>et al.</i> , 2016 Alemanha	Analisar a modulação de temperatura em torno do nariz e da boca, bem como o movimento dos ombros durante a respiração.	Câmera infravermelha <i>VarioCAM® HD 820S/30 mm</i> (<i>InfraTec GmbH</i> , <i>Dresden</i> , <i>Alemanha</i>).	O estudo demonstrou que através da termografia é possível medir a taxa de respiração.
Procházka <i>et al.</i> , 2017 República Tcheca	Propor o uso de registros de vídeo como diagnóstico alternativo de distúrbios respiratórios	Avaliou as características dos padrões respiratórios através da avaliação termográfica pela câmera <i>SEEK Compact</i> e comparou com o deslocamento da área peitoral gravado por um sensor de profundidade <i>MS Kinect</i> .	Concluiu-se que tanto a imagem térmica, como os dados de movimento podem ser usados para monitorar a frequência da respiração durante atividades físicas.
HU <i>et al.</i> , 2017 China	Apresentar um sistema de imagem de modo duplo para gerar medidas da taxa e padrão de respiração.	RGB (<i>USBFHD01M</i> , <i>RERVISION Co.Ltd.</i> , <i>Shenzhen</i> , <i>China</i>) com a resolução de 640 × 480. E a câmera <i>MAG62</i> , (<i>Magnity Electronics Co. Ltd.</i> , <i>Xangai</i> , <i>China</i>) com a resolução de 640 × 480.	Mostrou que o sistema tem uma capacidade de ser utilizado como ferramenta de medição para estimar a taxa de respiração.
Pereira <i>et al.</i> , 2017 Alemanha	Estimar a taxa respiratória em vídeos térmicos de bebês prematuros.	Câmera de infravermelho de onda longa <i>VarioCAM® HD cabeça 820S / 30 mm</i> (<i>InfraTec GmbH</i> , <i>Dresden</i> , <i>Alemanha</i>). Durante as medidas foram	O estudo demonstrou um ótimo acordo entre a taxa respiratória estimada e a medida realizada do eletrocardiograma.

4. DISCUSSÃO

De acordo com os artigos analisados a imagem térmica ou termografia constitui uma ferramenta promissora para a análise e diagnóstico dos mecanismos respiratórios, pois se trata de um equipamento discreto, não invasivo e passivo, isto é, utiliza a radiação térmica infravermelha emitida pelo corpo para a análise dos mecanismos fisiológicos (Pereira *et al.*, 2015), logo suas vantagens são notáveis e de grande relevância para os métodos de avaliação clínica.

A pesquisa realizada na Alemanha, por Pereira *et al.* (2015), apresentou um novo algoritmo robusto de forma remota para monitorar a taxa de respiração usando imagens térmicas. No estudo foram selecionados 11 voluntários adultos (4 mulheres e 7 homens), com idades entre 21 e 31 anos (média 25,36 anos) que tiveram seu padrão respiratório analisados por uma câmera termográfica durante três situações específicas: a primeira sequência foi uma respiração normal; a segunda sequência, respiração normal associada a movimentos arbitrários da cabeça; a terceira sequência, foram analisados padrões específicos de respiração. A abordagem baseou-se no fato de que a temperatura ao redor das narinas flutua durante o ciclo respiratório (inspiração e expiração), considerando que durante a inalação o ar frio do ambiente é inspirado e, durante a expiração, o ar quente dos pulmões é exalado. As sequências de termografia foram registradas usando uma câmera de onda longa de infravermelho (LWIR), *Var-ioCAM®* HD cabeça 820S / 30 mm (InfraTec GmbH, Dresden, Alemanha). Esta câmera detecta comprimentos de onda infravermelhos na faixa espectral de 7,5 a 14 μm e apresenta uma sensibilidade térmica melhor do que 0,05 K a 30° C. Os experimentos foram realizados em um ambiente controlado, onde a temperatura e umidade foram de aproximadamente 22° C e 50%, respectivamente. A câmera foi posicionada a dois metros de distância dos voluntários. Apresentou-se resultados satisfatórios diante das três situações. De acordo com o estudo, a termografia infravermelha é capaz de estimar com precisão a taxa de respiração em condições desafiadoras, como movimentos e possíveis distúrbios respiratórios.

Em outro estudo também realizado pelos mesmos autores, Pereira *et al.*, (2016), dessa vez com 12 voluntários, a proposta foi analisar não somente a modulação de temperatura em torno das narinas, mas também em torno da boca, uma vez que a respiração oral é comum em crianças e em adultos. Outro fator levado em consideração foi o movimento dos ombros, que é bastante importante durante o processo de respiração. Neste experimento os voluntários foram gravados em duas fases diferentes. Na fase A, gravada 9 minutos, foi pedido que voluntários respirassem normalmente. Tal etapa foi dividida em três segmentos de 3 minutos: no primeiro, os sujeitos foram recomendados a respirar apenas pelo nariz; no segundo pela boca; no último segmento, a respiração foi oronasal. Na fase B os candidatos foram instruídos a simular em um período de 10 min uma sequência contendo uma respiração normal e uma seleção variada de padrões de respiratório alterados. Os resultados obtidos demonstraram que a proposta permite estimar com precisão a taxa de respiração em diversos eventos. Um terceiro estudo foi desenvolvido pelo mesmo grupo, Pereira *et al.*, (2017), e teve como objetivo, estimar a taxa respiratória em vídeos térmicos de quatro bebês prematuros moderados sob cuidados. Durante as medidas, ambas as posições de dormir, prona e supina, foram consideradas e os bebês estavam em incubadoras, portanto, a câmera térmica foi colocada ao lado deles para captura através da porta aberta. Primeiramente a região do nariz foi filmada pelo equipamento e a partir dessas imagens foi estimada a taxa respiratória, tais resultados foram comparados com os valores dos eletrocardiogramas de superfície. O produto final da investigação revelou uma concordância excelente entre as medidas.

Lindemann *et al.*, (2009), também na Alemanha, utilizou o sistema de termografia por radiação infravermelha para permitir gravações intranasais e medições de temperatura sem contato da superfície do vestíbulo nasal de pacientes com perfurações septais para investigar a troca de calor intranasal perturbada e o fluxo de ar. Foram avaliados, os perfis de temperatura superficial de voluntários saudáveis (n10) e pacientes com perfurações septais (n3). O estudo foi capaz de provar a viabilidade de gravações de temperatura intranasal da superfície pacientes com perfurações do septo nasal.

Goldman (2012), em uma pesquisa realizada na Espanha, validou um sistema de processamento de imagem sem contato que recupera simultaneamente as variações térmicas relacionadas à respiração nas regiões nasal e abdominal. Foram realizadas gravações de vídeo termográfico infravermelho de 17 crianças respirando espontaneamente, incluindo oito pacientes com alteração respiratória. Tal sistema conseguiu analisar forma confiável os fluxos de ar nasais alinhados no tempo e estimulação do movimento toracoabdominal.

Klaessens *et al.*, (2014), utilizaram uma câmera térmica para monitorar a distribuição de temperatura de todo o corpo e detectar pequenas variações de temperatura ao redor do nariz, revelando a taxa de respiração. O teste foi realizado com sete bebês que foram monitorados (com consentimento parental) na unidade de terapia intensiva neonatal (NICU) simultaneamente com o equipamento de monitoramento regular. De acordo com os autores, o monitoramento sem contato de sinais vitais provou ser viável e pode ser desenvolvido em um sistema em tempo real.

Lewis, Gattoe e Porges (2011) criaram um modelo de rastreamento facial através de termografia para avaliar e monitorar as mudanças de temperatura nas narinas durante o ciclo respiratório. Vinte e cinco voluntários entre 18 e 30 anos participaram dessa pesquisa. Os dados de seis participantes foram utilizados para refinar o protocolo. Doze participantes foram testados com uma câmera térmica TVS-700 (*Indigo System Inc.*, Goleta, CA) e sete foram testados com uma câmera térmica SC-6000 (*FLIR Inc.*, Santa Barbara, CA). Durante a coleta dos dados foram analisadas três condições de respiração de 2 min. Foram elas, (1) espontâneo, (2) lento e profundo, e (3) rápido e superficial. Os pesquisadores, então compararam os resultados com os testes de pletismografia pulmonar (teste que avalia a função e os volumes pulmonares) e perceberam que houve fortes correlações entre as tecnologias. Outra investigação realizada, pelos autores Fei J, Pavlidis I e Murthy J (2009), analisou a viabilidade da metodologia térmica durante a

polissonografia, seu conjunto experimental incluiu 22 sujeitos (12 homens e 10 mulheres) e seus resultados revelaram uma alta precisão, o que confirma a validade da abordagem.

Cho *et al.*, (2012), desenvolveu um algoritmo robusto para a análise da respiração por meio de câmeras térmicas móveis integradas a smartphones. Para a realização da pesquisa foram propostos três experimentos. O objetivo do primeiro experimento foi realizar uma avaliação sistemática do método em ambientes com diferentes valores de temperatura. Foram recrutados cinco adultos saudáveis com idades entre 29-38 anos. Foi pedido aos voluntários para manter uma postura estável e respiração de acordo com um conjunto de padrões de lhes eram apresentados em uma tela. Aproveitando-se da imagem térmica móvel, os participantes foram capazes de monitorar a si próprios apontando a câmera para seu rosto. As gravações foram repetidas em quatro locais diferentes: uma sala com temperatura controlada; a entrada do edifício (vento do lado de fora e o calor do interior); uma esquina de uma rua (vento) e um parque no inverno. O objetivo do segundo experimento era testar a abordagem em situação mais realista. Utilizou-se 10 adultos saudáveis (seis do sexo feminino) com idades entre 24-31 anos de uma variedade de origens étnicas, esses foram conduzidos para uma sala de laboratório tranquila no verão e lá se pediu para que realizassem três tarefas diferentes com duração de 2 minutos cada: *conversação*, ler um artigo de notícias e navegar na internet. Para garantir movimentos naturais, as pessoas foram orientadas a agir naturalmente, ou seja, não foram impostas restrições de movimento. O último experimento teve como objetivo medir os padrões de respiração para as pessoas empreendendo ações irrestritas. Foram selecionados oito adultos saudáveis, com idades entre 23-31 anos. Para simular uma variedade de situações o experimento teve duas sessões principais: atividade física no interior e ao ar livre. Após a análise dos resultados, o estudo demonstrou extrema robustez do sistema para rastrear a região da narina e medir a frequência respiratória.

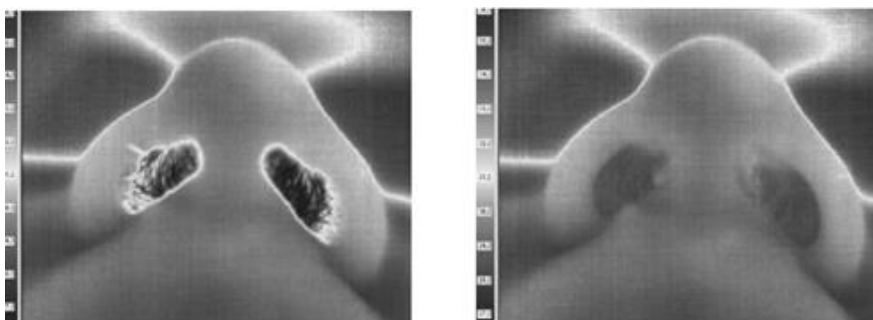
A pesquisa desenvolvida por Procházka *et al.* (2017), teve como objetivo avaliar as características dos padrões respiratórios através da avaliação termográfica com o intuito de detectar mudanças de temperatura na área da boca e comparar esses dados com o deslocamento da área peitoral gravado por um sensor de profundidade *MS Kinect*. Após análise dos resultados concluiu-se que tanto a imagem térmica, como os dados de movimento podem ser usados para monitorar a frequência respiratória durante atividades físicas.

HU *et al.*, (2017), criou um modelo duplo para a medição da taxa de respiração. Foram selecionado 11 voluntários com idades entre 23 e 28 sob várias condições de respiração. Os valores de referência foram registrados por dois observadores. A partir da análise realizada, chegou-se a conclusão que o sistema pode ser utilizado como instrumento de análise do fluxo respiratório.

O estudo piloto conduzido por Hers *et al.* (2013) no laboratório do sono do Hospital Regional de Namur com 169 pacientes comparou o Sistema de Detecção de Movimento de Respiração (BMDS), conceito que utiliza a tecnologia passiva de infravermelho (PIR), com as curvas do movimento torácico registradas por cintos piezoelétricos convencionais (*Som-nambule*, *Medatec*), oximetria de pulso digital (*SpO2*) e a curva de pressão obtida com a cânula nasal. Os dados registrados pelo BMDS mostraram a capacidade da tecnologia em detectar movimentos respiratórios em adultos.

Outro estudo alemão foi realizado por Kastl; Wiesmiller e Lindemann (2009) com intuito de medir a temperatura do vestíbulo nasal durante um ciclo respiratório em voluntários saudáveis. As gravações permitiram uma exibição de alterações de temperatura dentro dos vestibulos nasais, durante a inspiração (figura 1.). A superfície vestibular esfriou apresentando uma distribuição não homogênea (faixa, 24,7 a 30,2 graus C). Durante a expiração, a superfície vestibular foi aquecida novamente com uma distribuição não homogênea (intervalo, 33,1 a 36,2 °C).

Figura 1. Imagem fisiológica da inspiração (à direita) e expiração (à esquerda) por meio da termografia (Kastl; Wiesmiller e Lindemann, 2009).



Acerca das patentes localizadas, Lewis *et al.* (2013), desenvolveram um sistema de monitoramento através de imagens térmicas que permite monitorar uma criança e outras pessoas que possam precisar de observação, dentre suas funções está rastrear a região oronasal para detectar uma presença periódica de CO_2 e, assim, determinar se a criança está respirando normalmente ou não. Já Tekemi; Satoru e Shigeto (2009) criaram um dispositivo para detectar um corpo doente com base em imagens da frequência cardíaca e da taxa da respiração.

Diante dos dados e informações supracitados sugere-se que a utilização da termografia como ferramenta de análise do modo respiratório na clínica fonoaudiológica pode ser um método objetivo eficaz para a detecção precisa da respiração oral, auxiliando na avaliação e na intervenção, podendo ser utilizada como uma fonte de informação simples e visual para apresentar a evolução do paciente ao longo do processo terapêutico. Pesquisas nacionais nessa área devem

ser realizadas para possibilitar o desenvolvimento de um protocolo específico levando em conta as características anatomo-fisiológicas dos pacientes, características ambientais do local a ser realizada (tais como temperatura e umidade relativa do ar) e a criação de algoritmos específicos para a análise dos dados.

4. CONCLUSÃO

Não foram localizados artigos nacionais que abordassem o tema, revelando uma escassez de pesquisas brasileiras nessa área. A partir dos dados encontrados percebe-se que a termografia apresenta grande relevância para avaliação dos padrões respiratórios. Logo, pode se tornar um equipamento promissor para a análise do modo respiratório na clínica fonoaudiológica, mais especificamente na área da Motricidade Orofacial que encontra dificuldades em sua prática, pois não existe um equipamento ou um teste “padrão ouro”.

5. REFERÊNCIAS

- CHO, Y. et al. Robust tracking of respiratory rate in high- dynamic range scenes using mobile thermal imaging. **Psychophysiology BIOMEDICAL OPTICS EXPRESS**, London, v. 20, n. 4480, p. 284–300, 2012.
- E CÔRTE, A. C. R. E.; HERNANDEZ, A. J. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 4, p. 315–319, 2016.
- FEL, J.; PAVLIDIS, I.; MURTHY, J. Thermal vision for sleep apnea monitoring. **Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)**, Houston, v. 5762 LNCS, n. PART 2, p. 1084–1091, 2009.
- GOLDMAN, L. J. Nasal airflow and thoracoabdominal motion in children using infrared thermographic video processing. **Pediatric Pulmonology**, Madrid, v. 47, n. 5, p. 476–486, 2012.
- HELD, P. A. DE et al. Treinamento Muscular E Da Respiração nasal em crianças respiradoras orais. **Fisioter. Mov.** São Carlos, v. 21, n. 4, p. 119–127, 2008.
- HERS, V. et al. New concept using Passive Infrared (PIR) technology for a contactless detection of breathing movement: A pilot study involving a cohort of 169 adult patients. **Journal of Clinical Monitoring and Computing**, Namur, v. 27, n. 5, p. 521–529, 2013.
- HU, M.-H. et al. Synergetic use of thermal and visible imaging techniques for contactless and unobtrusive breathing measurement. **Journal of Biomedical Optics**, v. 22, Shanghai, n. 3, p. 36006, 2017.
- KASTL, K. G.; WIESMILLER, K. M.; LINDEMANN, J. Dynamic infrared thermography of the nasal vestibules: A new method. **Rhinology**, Ulm, v. 47, n. 1, p. 89–92, 2009.
- KLAESSENS, J. H. et al. Development of a baby friendly non-contact method for measuring vital signs: First results of clinical measurements in an open incubator at a neonatal intensive care unit. n. February 2014, Amsterdam, p. 89351P, 2014.
- LEWIS ER *et al.*; FLIR Systems, Inc. Infant monitoring systems and methods using thermal imaging. United States patent WO20141207A1. 2014
- LEWIS, G. F.; GATTO, R. G.; PORGES, S. W. A novel method for extracting respiration rate and relative tidal volume from infrared thermography. **Psychophysiology**, Chicago, v. 48, n. 7, p. 877–887, 2011.
- LINDEMANN, J. et al. Dynamic nasal infrared thermography in patients with nasal septal perforations. **American Journal of Rhinology and Allergy**, *Ulm*, v. 23, n. 5, p. 471–474, 2009.
- MELO, D. L.; SANTOS, R. V. M.; PERILO, T. V. C.; BECKER, H. M. G. MOTTA, A. R. Avaliação do respirador oral: uso do espelho de Glatzel e do peak nasal inspiratory flow Mouth breathing. **Rev Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 236–241, 2013.
- PEREIRA, C. B. *et al.* Remote monitoring of breathing dynamics using infrared thermography. **Biomedical Optics Express**, Aachen, v. 6, n. 11, p. 4378, 2015.
- PEREIRA, B. C. et al. Estimation of breathing rate in thermal imaging videos: a pilot study on healthy human subjects. **Journal of Clinical Monitoring and Computing**, Aachen, v. 31, n. 6, p. 1–14, 2016.
- PEREIRA, C. B. et al. Estimation of respiratory rate from thermal videos of preterm infants. **Proceedings of the 39th Annual International Conference of the IEEE EMBS**, Aachen, p. 3818–3821, 2017.
- PROCHÁZKA, A. et al. Breathing analysis using thermal and depth imaging camera video records. **Sensors (Switzerland)**, Prague, v. 17, n. 6, p. 1–10, 2017.
- SANCHES, I. J. et al. Fusão 3D de imagens de MRI/CT e termografia. **Revista Brasileira de Engenharia Biomedica**, Paraná, v. 29, n. 3, p. 298–308, 2013.
- TEKEMI M; SATORU S; SHIGETO A. Device and System for Detecting sick Body. Japan patent JA2009172176. 2009

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo auxílio concedido.

4. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.