

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Medicina
Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas

Yasmim Carvalho Telson

AVALIAÇÃO DO MODO RESPIRATÓRIO POR MEIO DA TERMOGRAFIA

Belo Horizonte
2022

Yasmim Carvalho Telson

AVALIAÇÃO DO MODO RESPIRATÓRIO POR MEIO DA TERMOGRAFIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção d Mestre em Ciências Fonoaudiológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Andréa Rodrigues Motta.

Coorientadores: Profa. Dra. Renata Maria Moreira Moraes Furlan e Prof. Dr. Rafael Augusto Magalhães Ferreira.

Belo Horizonte

2022

T277a Telson, Yasmim Carvalho.
Avaliação do Modo Respiratório por meio da Termografia [manuscrito].
/ Yasmim Carvalho Telson. -- Belo Horizonte: 2022.
84f.: il.
Orientador (a): Andréa Rodrigues Motta.
Coorientador (a): Renata Maria Moreira Moraes Furlan; Rafael Augusto
Magalhães Ferreira.
Área de concentração: Ciências Fonoaudiológicas.
Dissertação (mestrado): Universidade Federal de Minas Gerais,
Faculdade de Medicina.

1. Termografia. 2. Fonoaudiologia. 3. Respiração Bucal. 4. Nariz. 5.
Boca. 6. Dissertação Acadêmica. I. Motta, Andréa Rodrigues. II. Furlan,
Renata Maria Moreira Moraes. III. Ferreira, Rafael Augusto Magalhães. IV.
Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina. V. Título.

NLM: WN 205

Bibliotecário responsável: Fabian Rodrigo dos Santos CRB-6/2697



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE MEDICINA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FONDAUDIOLÓGICAS

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Às 14:00 horas do dia VINTE E UM DE FEVEREIRO DE 2022, através da Plataforma Lifesize da Universidade Federal de Minas Gerais, realizou-se a sessão pública para a defesa da DISSERTAÇÃO de YASMIM CARVALHO TELSON. A presidência da sessão coube a **ANDRÉA RODRIGUES MOTTA, ORIENTADORA**. Inicialmente, a presidente fez a apresentação da Comissão Examinadora assim constituída: **MATHEUS PEREIRA PORTO-UFMG, RAFAEL AUGUSTO MAGALHÃES FERREIRA-UFMG, DENISE SABBAGH HADDAD-USP, ANDRÉA RODRIGUES MOTTA-UFMG-ORIENTADORA**. Em seguida, a candidata fez a apresentação do trabalho que constitui sua **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**, intitulada: **AVALIAÇÃO DO MODO RESPIRATÓRIO POR MEIO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA**. Seguiu-se a arguição pelos examinadores e logo após, a Comissão reuniu-se, sem a presença da candidata e do público e decidiu considerar **APROVADA** a **DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**. O resultado final foi comunicado publicamente a candidata pela presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a presidente encerrou a sessão e lavrou a presente ata que, depois de lida, se aprovada, será assinada pela Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 21 de fevereiro de 2022.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Andrea Rodrigues Motta, Professora do Magistério Superior**, em 22/02/2022, às 14:30, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Matheus Pereira Porto, Professor do Magistério Superior**, em 22/02/2022, às 14:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Denise Sabbagh Haddad, Usuário Externo**, em 23/02/2022, às 14:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Augusto Magalhães Ferreira, Professor do Magistério Superior**, em 07/03/2022, às 16:56, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

https://sei.ufmg.br/sei/controlador.php?acao=documento_visualizar&acao_origem=protocolo_pesquisa&id_documento=1357504&infra_sistema=... 1/2



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1271523** e o código CRC **D4A86162**.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitora: Prof^a Sandra Regina Goulart Almeida

Vice-Reitor: Prof. Alessandro Fernandes Moreira

Pró-Reitor de Pós-Graduação: Prof. Fábio Alves da Silva Júnior

Pró-Reitor de Pesquisa: Prof. Mário Fernando Montenegro Campos

FACULDADE DE MEDICINA

Diretor da Faculdade de Medicina: Prof. Humberto José Alves

Vice-Diretora da Faculdade de Medicina: Prof^a Alamanda Kfoury Pereira

Coordenador do Centro de Pós-Graduação: Prof. Tarcizo Afonso Nunes

Subcoordenadora: Prof^a Eli Iola Gurgel de Andrade

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FONOAUDIOLÓGICAS

Coordenadora: Prof^a Sirley Alves da Silva Carvalho

Subcoordenadora: Prof^a Luciana Macedo de Resende

COLEGIADO

Prof^a Patricia Cotta Mancini-titular

Prof^a Sirley Alves da Silva Carvalho-titular

Prof^a Amélia Augusta de Lima Friche- titular

Prof^a Luciana Macedo de Resende-titular

Prof^a Ana Cristina Cortes Gama-titular

Ualisson Nogueira do Nascimento-discente titular.

Prof^a Luciana Mendonça Alves-suplente

Prof^a Aline Mansueto Mourão- suplente

Prof^a Stela Maris Aguiar Lemos-suplente

Prof^a Renata M. M. Moraes Furlan-suplente

Prof^a Letícia Caldas Teixeira-suplente

Nayara Ribeiro Gomes- discente suplente

AGRADECIMENTOS

Meu profundo agradecimento por todos que de certa forma contribuíram direta e indiretamente para a consolidação deste trabalho. À minha família, meus pais e aos meus grandes amigos o muito obrigada por serem meu porto seguro nesta jornada.

À minha orientadora Profa. Andréa Motta obrigada pela paciência, carinho e pela imensa dedicação e contribuição ao longo do desenvolvimento do mestrado. Fico imensamente honrada pela oportunidade de aprender com uma grande pessoa e profissional

Ao meus coorientadores Profa. Renata Furlan e Prof. Rafael Ferreira agradeço pela contribuição e auxílio, foi de fundamental importância ter o conhecimento de vocês para o desenvolvimento do trabalho.

Meu muito obrigada também ao pessoal do Lab Term e do CEMTEC pela parceria. Todos os participantes do Grupo de Estudos Avançados em Motricidade Orofacial da UFMG (GEA-MO) em especial às meninas da termografia, foi muito enriquecedora nossa troca de experiência e discussões acadêmicas.

Deixo meus agradecimentos às alunas de iniciação científica de Fonoaudiologia e de Engenharia Bárbara e Giovanna por me ajudarem na coleta e análise dos dados.

Muito obrigada também pelo carinho dos alunos de Fonoaudiologia da turma de Estágio em MO que tive o prazer de acompanhar no meu estágio em docência e também aos meus colegas de turma no mestrado que compartilharam comigo esse momento de rico aprendizado.

Também agradeço profundamente à Deus por me dar sabedoria e resiliência para enfrentar todos os desafios com amor e paixão pelo meu trabalho.

RESUMO EXPANDIDO

Tema: uso da técnica da termografia para avaliação do modo respiratório. **Objetivo:** desenvolver um método de análise do modo respiratório por meio da termografia.

Métodos: trata-se de um estudo exploratório observacional e transversal realizado com amostra obtida por conveniência aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG sob o parecer CAAE 4.532.837. Dentre os participantes estão alunos e professores de Fonoaudiologia. Para a construção do volume da dissertação duas pesquisas foram realizadas: um estudo piloto com quatro voluntárias, totalizando 38 termogramas, para definição da metodologia (estudo piloto) e uma pesquisa com vinte participantes e um total de 240 termogramas (estudo principal). A primeira etapa da coleta dos dados (estudo piloto) foi realizada no Laboratório de Termometria da Escola de Engenharia da UFMG (LabTerm), já a segunda foi realizada no Observatório de Saúde Funcional em Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da UFMG. Dentre os critérios de seleção estavam: ter idade igual ou superior a 18 anos; não apresentar alguma alteração física, neurológica e/ou cognitiva que impedisse ou dificultasse a colaboração durante a realização do exame. Já os critérios de exclusão estabelecidos foram: uso de bandagem sobre a pele e/ou outros fatores que impedissem sua exposição a um ambiente equilibrado de temperatura; realização de exercícios físicos, acupuntura, massagens ou ter sido submetido a estimulação elétrica, ter frequentado saunas ou ficado exposto de maneira prolongada ao sol até 24 horas antes da realização das medições; o uso de broncodilatadores e medicações vasoativas; presença de febre, rinite alérgica, sintomas gripais e/ou resfriado no dia dos testes; presença de dor orofacial; homens com presença de barba na face e mulheres no período fértil ou menstrual. Na primeira fase do estudo foi utilizada a câmera térmica FLIR SC660 e na segunda etapa a câmera FLIR A315. Todos os

ensaios seguiram as recomendações preconizadas pela Academia Americana de Termologia e pela Associação Brasileira de Termologia. Os termogramas obtidos foram incorporados ao software FLIR Tools e tiveram suas regiões de interesses (ROI) - nariz e boca - analisadas, no estudo piloto, por três formas de seleção: elipse, retângulo e linha, tendo sido obtidas as temperaturas mínimas, médias e máximas dessas regiões. Já para o segundo estudo somente a forma elipse foi utilizada em decorrência de seus resultados satisfatórios no estudo piloto, se adaptando melhor à anatomia das regiões de interesse. Para o artigo 2, uma amostra maior foi avaliada (vinte participantes), bem como foi realizado o cálculo da temperatura adimensional normalizada. Também foi realizada a coleta das temperaturas por dois avaliadores e replicada por um mesmo avaliador para avaliação da concordância inter e intra avaliadores. **Resultados:** no estudo piloto houve maior variabilidade nas medidas obtidas pela forma de seleção linha, revelando limitações nessa medida. Não houve diferenças entre as medidas do retângulo e elipse; entretanto, se percebeu que na coleta das temperaturas a elipse se adequa melhor às características anatômicas, contornando melhor a boca e o nariz. Na comparação entre as temperaturas do nariz e a boca na inspiração e expiração, os resultados indicaram que houve diferença com relevância estatística na maioria das medidas realizadas, exceto para as medidas de temperatura média da inspiração, usando o retângulo e a elipse. A temperatura da boca sempre se mostrou mais elevada do que a temperatura do nariz. Na comparação dos valores de temperatura entre respiração nasal e oral/oronasal, percebe-se que as medidas de temperatura média da boca usando as formas de seleção retângulo e elipse durante a inspiração conseguiram realizar a diferenciação do modo respiratório tanto na inspiração quanto na expiração. Já quanto ao segundo estudo, houve diferenças estatisticamente significantes na comparação entre as temperaturas da

boca durante a respiração nasal e oral/oronasal. As temperaturas na expiração foram mais elevadas que na inspiração na respiração oral/oronasal (no nariz e na boca) e na respiração nasal (apenas no nariz). Foram observados resultados com relevância estatística para a boca na análise da diferença de temperatura (ΔT) entre expiração e inspiração, indicando mais uma vez que a ROI boca pode ser utilizado para comparação do modo respiratório. **Conclusão:** a termografia se mostrou uma técnica potencial para análise e avaliação do modo respiratório. Os resultados obtidos em ambos os estudos foram importantes; sendo assim, um protocolo de avaliação pode ser desenvolvido.

Descritores: Termografia, Fonoaudiologia, Respiração Bucal, Nariz, Boca.

ABSTRACT

Topic: Use of the infrared thermography technique to assess breathing modes. Objective: To develop a method to analyze breathing modes using infrared thermography. Methods: This is an exploratory observational cross-sectional study, conducted with a convenience sample and approved by the Research Ethics Committee of the Federal University of Minas Gerais (UFMG) under evaluation report CAAE 4.532.837. The participants included Speech-Language Hearing Sciences students and professors. Two pieces of research were carried out to construct the dissertation volume: a pilot study with four volunteer women, totaling 38 thermograms, to establish the methodology (pilot study) and research with 20 participants and a total of 240 thermograms (main study). The first stage of data collection (pilot study) was conducted at the Thermometry Laboratory of the School of Engineering at UFMG (LabTerm), whereas the second stage was conducted at the Functional Health Observatory in Speech-Language-Hearing Sciences of the School of Medicine at UFMG. The selection criteria were as follows: subjects 18 years or older, without physical, neurological, and/or cognitive changes that might prevent or hinder their collaboration during the examination. The exclusion criteria were as follows: subjects using bandages on the skin and/or other factors that might compromise its exposure to a balanced temperature environment; who had done physical exercises, been submitted to acupuncture, massage, or electrical stimulation, attended saunas, or been prolonged exposure to the sun for up to 24 hours before measurements are taken were; who used bronchodilators and vasoactive drugs; who had a fever, allergic rhinitis, influenza symptoms and/or a cold on the day of the tests; bearded men; women on their fertile or menstrual days. The thermal cameras used were the FLIR SC660 (in the first phase of the study) and FLIR A315 (in the second phase). All trials complied



with the recommendations of the American Academy of Thermology and the Brazilian Thermology Society. The resulting thermograms were incorporated into the FLIR Tools software and had their regions of interest (ROI) - nose and mouth - analyzed, in the pilot study, using three selection forms: ellipse, rectangle, and line. Also, the minimum, mean, and maximum temperatures of these regions were obtained. As for the second study, only the ellipse was used because its results had been satisfactory in the pilot study, adapting better to the anatomy of regions of interest. For the second article, a larger sample was assessed (20 participants) and the normalized nondimensional temperature was calculated. The temperatures were also collected by two raters and replicated by one of them to assess the inter- and intrarater agreement. Results: In the pilot study, there was greater variability in the measures obtained with line selection, revealing it to be a limited measure. There were no differences between the rectangle and ellipse measures; however, the ellipse proved to be better employed in temperature collection because it fits better to the anatomical characteristics, more adequately contouring the mouth and nose. The results of the comparison between the nose and mouth temperatures when inhaling and exhaling showed a statistically relevant difference in the mostly measures taken, except for the mean inhale temperatures using the rectangle and ellipse. The mouth temperature was always higher than the nose temperature. The comparison of the temperature values between nasal and mouth/oronasal breathing revealed that the mean mouth temperature measures using the rectangle and ellipse selection when inhaling differentiated the breathing mode, both when inhaling and exhaling. As for the second study, there were statistically significant differences in the comparison between the mouth temperatures in nasal and mouth/oronasal breathing. The exhale temperatures were higher than the inhale ones in mouth/oronasal breathing (through the nose and the mouth) and nasal

breathing (only through the nose). Statistically relevant results for the mouth were observed in the analysis of temperature difference (ΔT) between exhaling and inhaling, indicating once again that the mouth may be used as ROI in the comparison of breathing modes. Conclusion: Thermography proved to be potential technique to analyze and assess breathing modes. The results obtained in both studies were important. Hence, an assessment protocol can be developed.

Keywords: Thermography; Respiration; Mouth Breathing; Nose; Mouth.

LISTA DE ABREVIações

EG	Espelho de Glatzel
PNIF	<i>Peak Nasal Inspiratory Flow</i> (Pico do fluxo inspiratório nasal)
FOV	<i>Field of View</i> (Campo de Visão)
ICC	Coeficiente de correlação intraclasse
IFOV	<i>Instantaneous Field of View</i> (Campo de Visão Instantâneo)
LabTerm	Laboratório de Termometria
RN	Respiração nasal
RO	Respiração oral/oronasal
COEP	Comitê de Ética e Pesquisa
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
θ	temperatura adimensional normalizada
T	temperatura da superfície avaliada
T_{∞}	temperatura ambiental
T_b	temperatura central (temperatura timpânica)
ROI	<i>Region Of Interest</i> (Região de interesse)
ABRATERM	Associação Brasileira de Termologia
AAT	American Academy of Thermology

SUMÁRIO

Considerações iniciais.....	14
Referências bibliográficas	17
Objetivos	20
Objetivo geral	20
Objetivos específicos	20
Métodos.....	21
Aspectos éticos	21
Delineamento do estudo	21
Crerérios de elegibilidade	21
Amostra.....	22
Coleta dos dados	23
Análise dos dados	29
Referências bibliográficas	32
Resultados	33
Artigo 1.....	33
Artigo 2.....	53
Considerações finais	73
Anexos	74
Apêndices	83

1. Considerações iniciais

A Motricidade Orofacial é a área da Fonoaudiologia que estuda, avalia e intervém nos desvios estruturais e funcionais do sistema estomatognático ⁽¹⁾. Dentre as funções orofaciais trabalhadas pelo fonoaudiólogo estão o tipo e o modo respiratório. O modo respiratório é um importante fator de influência no equilíbrio das estruturas orofaciais, por isso demanda uma atenção importante por parte da Fonoaudiologia ⁽²⁾. A respiração oral habitual 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 ⁽²⁾.

Uma limitação da avaliação miofuncional orofacial é a escassez de técnicas objetivas e precisas para a detecção de anormalidades funcionais e/ou estruturais, sendo que muitas vezes esta fica restrita a uma análise subjetiva do avaliador. Na avaliação da respiração também se percebe tal dificuldade, já que não há um equipamento “padrão ouro” para a análise do modo respiratório. O instrumento mais utilizado na prática clínica fonoaudiológica para auxiliar na investigação do modo respiratório é o Espelho de Glatzel (EG), que corresponde a uma placa de metal graduada posicionada abaixo do nariz e que permite avaliar o fluxo nasal por meio de condensação do ar expirado ⁽³⁾. Outra ferramenta usada na ponderação do fluxo aéreo 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 ⁽³⁾. Entretanto tais instrumentos não avaliam a respiração habitual, logo a avaliação clínica fica comprometida e vinculada ao relato e à percepção do paciente avaliado.

A termografia infravermelha consiste em um método de medição sem contato que avalia um campo de temperaturas em uma determinada cena ⁽⁴⁾. Trata-se de uma técnica não invasiva e não radioativa capaz de captar a radiação térmica emitida por um corpo ou objeto dentro da faixa do espectro infravermelho e convertê-la em leituras de temperaturas ^(5,6). De maneira geral, a radiação emitida pelo corpo não depende somente da sua temperatura, mas também da sua emissividade (ϵ) que está relacionada com a capacidade da superfície em emitir radiação dentro da faixa do espectro considerada; da refletividade (ρ), que é a grandeza física que representa a parcela de energia que é refletida pela sua superfície; da transmissividade (τ) do meio de propagação; a absorvidade e por fim da temperatura atmosférica ⁽⁷⁾. Portanto, as câmeras termográficas avaliam de forma indireta a temperatura de um corpo, deduzindo-a por meio da quantidade de radiação que incide sobre seu conjunto óptico ⁽⁸⁾.

Essa técnica tem se mostrado promissora na investigação da função respiratória. Estudos anteriores foram realizados baseando-se na premissa de que a temperatura ao redor das narinas varia no ciclo respiratório (inspiração e expiração) ⁽⁹⁻¹⁹⁾. Durante a inspiração o ar frio do ambiente é inalado, já durante a expiração o ar quente dos pulmões é exalado ^(9,10), a sequência de termogramas são então, capazes de identificar tais mudanças e representar de forma qualitativa e quantitativa a variação de temperatura em torno do vestíbulo nasal.

O crescente interesse pelo uso da termografia para avaliação da respiração decorre do fato da frequência respiratória ser considerada um importante sinal vital ^(11,12). Pesquisas também utilizam a técnica para detecção de apneia obstrutiva do sono durante a polissonografia ⁽¹³⁾ e até mesmo para avaliar a respiração em casos de perfurações do septo nasal ⁽¹⁴⁾. Por ser uma técnica que não exige contato também

tem sido utilizada na avaliação de crianças ⁽¹⁵⁾ e de bebês em unidades neonatais ^(16,17). Além de informação sobre a mudança de temperatura nas narinas, estudos têm utilizado a termografia para analisar variações também em torno da boca e obtiveram resultados contundentes ⁽¹⁸⁻¹⁹⁾.

Atendendo à necessidade clínica fonoaudiológica dentro da área da Motricidade Orofacial, o presente estudo propõe investigar o uso da termografia na avaliação do modo respiratório apresentando um protocolo de análise das temperaturas em torno do nariz e da boca.

Este volume trata-se de uma produção para de defesa de dissertação de mestrado acadêmico no Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Universidade Federal de Minas Gerais, e é composto, no capítulo de resultados e discussão, por dois artigos elaborados de acordo com as normas da revista científica CoDAS. No primeiro artigo foi estabelecida a metodologia utilizada no segundo. O volume também foi elaborado conforme as normas da Resolução 07/2020, de 14 de maio de 2020 (Anexo 1) que regulamenta o exame de defesa do curso de mestrado.

Este estudo pretendeu avaliar as potencialidades do uso da técnica de termografia infravermelha na avaliação do modo respiratório, desenvolvendo um novo método diagnóstico objetivo e eficaz que auxilie a prática clínica fonoaudiológica em Motricidade Orofacial. Trata-se em um estudo exploratório, de delineamento observacional e transversal com coleta de dados realizada no Laboratório de Termometria da Escola de Engenharia da UFMG (LabTerm) e no Observatório de Saúde Funcional em Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da UFMG em Belo Horizonte, Minas Gerais. Foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP-UFMG) sob o seguinte número de parecer: CAAE 4.532.837 (Anexo 2).

Referências bibliográficas

1. Conselho Federal de Fonoaudiologia. Resolução n. 320. Dispõe sobre as especialidades reconhecidas pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia, e dá outras providências. 2006. [acesso em: 2021 jan. 16]. Disponível em: https://www.fonoaudiologia.org.br/resolucoes/resolucoes_html/CFFa_N_320_06.htm
2. Costa M, Valentim AF, Becker HMG, Motta AR. Achados da avaliação multiprofissional de crianças respiradoras orais. Rev CEFAC. 2015;17(3):864-78.
3. Melo DL, Santos RVM, Perilo TVC, Becker HMG, Motta AR. Avaliação do respirador oral: uso do espelho de Glatzel e do peak nasal inspiratory flow. CoDAS. 2013;25(3):236-41.
4. Chrzanowski K. Testing thermal imagers. Practical guide. Warsaw: Military University of Technology; 2010.
5. Côrte ACRE, Hernandez AJ. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. Rev Bras Med Esporte. 2016;22(4):315-9.
6. Sanches IJ, Gamba HR, de Souza MA, Neves EB, Nohama P. Fusão 3D de imagens de MRI/CT e termografia. Rev Bras Eng Biomed. 2013;29(3):298–308.
7. Novo MMM, Bitencourt CS, Tiba PRT, Silva DGM, Pandolfelli VC, Carlos S. Fundamentos básicos de emissividade e sua correlação com os materiais refratários, conservação de energia e sustentabilidade. 2014;60:22–33.
8. Brioschi ML. Brazilian current studies of medical thermology. Pan American J Med Thermol. 2015;2(2):86-9.

9. Hu M-H, Zhai G-T, Li D, Fan Y-Z, Chen X-H, Yang X-K. Synergetic use of thermal and visible imaging techniques for contactless and unobtrusive breathing measurement. *J Biomed Opt.* 2017;22(3):36006.
10. Kastl KG, Wiesmiller KM, Lindemann J. Dynamic infrared thermography of the nasal vestibules: a new method. *Rhinology.* 2009;47(1):89-92.
11. Vermeulen S, Barreto M, La Penna F, Prete A, Martella S, Biagiarelli F, et al. Exhaled breath temperature in children: reproducibility and influencing factors. *J Asthma.* 2014;51(7):743-50.
12. Hers V, Corbugy D, Joslet I, Hermant P, Demarteau J, Delhougne B, 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. *J Clin Monit Comput.* 2013;27(5):521–9.
13. Fei J, Pavlidis I, Murthy J. Thermal vision for sleep apnea monitoring. In: Yang GZ, Hawkes D, Rueckert D, Noble A, Taylor C. (org). *Medical image computing and computer-assisted intervention – MICCAI 2009. Lecture notes in Computer Science*, vol 5762. Heidelberg: Springer Berlin; 2009.
14. Lindemann J, Wiesmiller K, Keck T, Kastl K. Dynamic nasal infrared thermography in patients with nasal septal perforations. *Am J Rhinol Allergy.* 2009;23(5):471–4.
15. Goldman LJ. Nasal airflow and thoracoabdominal motion in children using infrared thermographic video processing. *Pediatr Pulmonol.* 2012;47(5):476-86.
16. Klaessens JHGM, Van den Born M, Van der Veen A, Sikkens-van de Kraats J, Van den Dungen FAM, Verdaasdonk RM. 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. *Proceedings of Advanced*

- Biomedical and Clinical Diagnostic Systems XII; 2014; San Francisco, California, United States: SPIE BiOS; 2014. 89351P.
17. Pereira CB, Heimann K, Venema B, Blazek V, Czaplík M, Leonhardt S. Estimation of respiratory rate from thermal videos of preterm infants. Proceedings of IEEE Eng Med Biol Soc. 2017:3818-21.
 18. Procházka A, Charvátová H, Vyšata O, Kopal J, Chambers J. Breathing analysis using thermal and depth imaging camera video records. Sensors (Basel). 2017;17(6). pii: E1408.
 19. Pereira CB, Yu X, Czaplík M, Blazek V, Venema B, Leonhardt S. Estimation of breathing rate in thermal imaging videos: a pilot study on healthy human subjects. J Clin Monit Comput. 2017;31(6):1241-54.

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Desenvolver um método de análise do modo respiratório por meio da termografia.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar a capacidade da termografia para discriminar modos respiratórios medindo a temperatura cutânea do nariz e da boca de sujeitos respiradores nasais em respiração habitual e simulando respiração oral/oronasal.
- Analisar a existência de algum impacto nos resultados esperados (modo respiratório oral/oronasal e nasal) ao utilizar diferentes métodos de seleção da região de interesse (linha, retângulo, elipse) nos termogramas.
- Analisar a existência de algum impacto nos resultados esperados (modo respiratório oral/oronasal e nasal) ao utilizar diferentes temperaturas (mínima, média e máxima) nos termogramas
- Analisar a existência de algum impacto nos resultados esperados (modo respiratório oral/oronasal e nasal) ao avaliar a concordância intra e inter-examinadores no processo de avaliação das imagens termográficas.

3. Métodos

3.1 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) da Universidade Federal de Minas Gerais CAAE 4.532.837/ Parecer nº 4.532.837) (Anexo 2). O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1) foi elaborado com linguagem simples e acessível, contendo todas as informações sobre os objetivos da pesquisa e as avaliações que seriam realizadas. O TCLE foi entregue e explicado para cada participante e as dúvidas foram solucionadas. Os adultos que aceitaram participar, assinaram o termo em duas vias, sendo uma entregue ao participante e a outra via armazenada com os pesquisadores. O sigilo e a confidencialidade dos dados foram garantidos para cada participante.

3.2 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo do tipo exploratório observacional e transversal com amostra obtida por conveniência. Participaram do estudo alunos e professores de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Minas Gerais previamente convidados por abordagem direta e divulgação via whatsapp.

3.3 Critérios de elegibilidade

Dentre os critérios de inclusão para a pesquisa foram estabelecidos, tanto na etapa 1 quanto na etapa 2 foram: ter idade igual ou superior a 18 anos; ser respirador

nasal; não apresentar alguma alteração física, neurológica e/ou cognitiva que impedissem ou dificultasse a colaboração durante a realização do exame.

Já quanto aos critérios de exclusão dos participantes nas duas etapas estão: uso de bandagem sobre a pele e/ou outros fatores que impedissem sua exposição a um ambiente equilibrado de temperatura; realização de exercícios físicos, acupuntura, massagens ou ter sido submetido a estimulação elétrica, ter frequentado saunas ou ficado exposto de maneira prolongada ao sol até 24 horas antes da realização das medições; o uso de broncodilatadores e medicações vasoativas; presença de febre, rinite alérgica, sintomas gripais e/ou resfriado no dia dos testes, homens com presença de barba na face e mulheres no período fértil ou menstrual.

Essas questões foram verificadas por meio de anamnese antes da coleta de dados.

3.4 Amostra

O primeiro estudo foi composto por quatro participantes do sexo feminino, respiradoras nasais sem queixas respiratórias e com média de idade de 33,5 anos. No total, foram obtidos por 38 sequências de termogramas, sendo que 19 representavam a respiração nasal habitual e 19 respiração oral/oronasal simulada por cada participante.

Já o segundo estudo foi desenvolvido com 20 participantes também do sexo feminino, respiradoras nasais sem queixas respiratórias, com média de idade de 26,0 anos. Nesta pesquisa foram analisados 240 termogramas, isto é, foram analisadas 12 imagens para cada participante sendo seis da respiração nasal (três para inspiração e três para expiração) e seis para respiração oral/oronasal simulada (três na inspiração e três na expiração).

O recrutamento da amostra se deu por conveniência. Foram convidados para participar da pesquisa alunos do ciclo clínico do curso de graduação em Fonoaudiologia, fonoaudiólogos cursando pós-graduação e professoras do curso. Esta escolha se justifica pelo fato de que todos os participantes apresentavam conhecimento sobre fisiologia da respiração e dos sinais e sintomas da respiração oral.

Considerando que essa é a primeira investigação sobre o modo respiratório optou-se por trabalhar com uma amostra com conhecimento técnico que pudesse simular a respiração oral/oronasal. Buscou-se assim minimizar possíveis discrepâncias entre pacientes com diferentes quadros obstrutivos.

3.5 Coleta dos dados

O primeiro estudo (estudo piloto) foi realizado no Laboratório de Termometria da Escola de Engenharia da UFMG (LabTerm), já o segundo foi realizado no Observatório de Saúde Funcional em Fonoaudiologia Faculdade de Medicina da UFMG. As temperaturas das salas ($20\pm 1^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar (que não ultrapassou 70%) foram controladas, sendo medidas por meio de um termo-higrômetro HTH-426A – HOMIS (Figura 1).



Figura 1: Termo-higrômetro utilizado na medida da temperatura ambiental e na medição da umidade relativa do ar.

Anamnese

Nos dois estudos foi realizada uma anamnese para identificação dos fatores de exclusão definidos para a pesquisa.

Avaliação do modo respiratório

Ainda que apresentassem conhecimento sobre respiração oral, a classificação do modo respiratório de cada participante foi realizada em quatro etapas. Na primeira cada participante foi questionado sobre seu modo respiratório, podendo a resposta ser nasal, oral ou oronasal.

Na segunda, um questionário que investiga a presença de sinais maiores e menores de respiração oral foi utilizado para a classificação dos participantes ⁽¹⁾. Foram considerados casos suspeitos de respiração oral/oronasal e, portanto, excluídos do estudo, os participantes que apresentaram pelo menos dois sinais maiores ou um sinal maior associado a dois sinais menores ⁽¹⁾. Dentre os sinais maiores são propostos os seguintes parâmetros: ronco, dormir de boca aberta, sialorreia noturna e queixa de obstrução nasal constante. Já os sinais menores

incluem: coceira no nariz, queixa esporádica de nariz entupido, dificuldade respiratória noturna e sono agitado, sonolência durante o dia, irritabilidade, dificuldade ou demora para engolir os alimentos e mais de três episódios de infecção de garganta, ouvido e/ou sinusite (confirmados pelo médico) nos últimos 12 meses e dificuldades de aprendizado (Anexo 3).

Na terceira etapa, todos os participantes foram submetidos a uma avaliação subjetiva do modo respiratório por meio da visualização do vedamento labial por no mínimo 2 minutos. Para ser considerado possível respirador nasal o participante deveria ser capaz de manter o vedamento labial sem tensão por 2 minutos.

Por fim, na quarta etapa foi realizada avaliação do tônus dos músculos orbicular dos lábios, masseter direito e esquerdo, bem como bucinadores de ambos os lados. Os participantes foram avaliados individualmente e de modo subjetivo, sendo que vinte por cento da amostra foi avaliada por dois avaliadores independentes em momentos distintos. Para ser classificado como possível respirador nasal o participante deveria apresentar tônus adequado em todos os músculos avaliados. Considerou-se como tônus adequado os músculos que apresentavam força muscular diante da palpação subjetiva em contrarresistência.

Ao final da avaliação, para ser classificado como respirador nasal, o participante deveria ter recebido essa indicação nas quatro etapas descritas.

Termografia

Todas as mensurações termográficas seguiram as recomendações da Academia Americana de Termologia e da Associação Brasileira de Termologia ⁽²⁾, isto é, os testes foram realizados em ambiente com temperatura controlada ($20\pm 1^{\circ}\text{C}$) e livre de qualquer equipamento fonte de calor, incluindo lâmpadas incandescentes, e a

incidência da luz solar. Os participantes permaneceram no local de 15 a 20 minutos antes das medições para estabilização da temperatura, sem exposição direta ao sistema de ventilação. Também foi orientada a retirada de óculos, brincos e colares, bem como prender os cabelos. Uma lista de recomendações foi apresentada aos participantes um dia antes dos testes (Anexo 4). A emissividade assumida foi de 0,98 que corresponde ao valor típico da pele humana ⁽³⁾.

Para os dois experimentos os participantes voluntários passaram por três momentos: primeiramente foi solicitada a respiração nasal, em seguida foi solicitado que o paciente simulasse uma respiração oral/oronasal como forma de treinamento, portanto sem filmagem e, na terceira etapa, após o treinamento, o participante foi gravado durante respiração oral/oronasal.

Estudo piloto: para realização dos ensaios foi utilizada uma câmera térmica FLIR SC660 (*FLIR Inc., Santa Barbara, CA*) e uma lente FLIR (38 mm) de 24 graus (figura 2). A câmera FLIR SC660 foi selecionada por apresentar boa resolução (0,1 °C) e sensibilidade (0,03 °C). Foi escolhida a ferramenta de registro de sequência de imagens com uma frequência determinada, já que esta é capaz de gravar informações radiométricas (valores de temperatura). A frequência de aquisição escolhida foi de cinco frames por segundo. Já a seleção da lente, seguiu o critério de melhor aproveitamento do FOV (*Field of View*) para a cena, considerando uma distância de aproximadamente um metro entre a câmera e a face do voluntário, buscando-se assim maximizar o IFOV (*Instantaneous Field of View*) em relação aos alvos principais (nariz e boca). Desta forma, foi possível observar as mudanças de temperatura durante todo o processo de respiração. Os achados obtidos nesse experimento foram utilizados como subsídio para o segundo.

Quanto a montagem experimental dos testes, o equipamento foi estabilizado em um tripé para evitar vibrações durante os experimentos. Utilizou-se um ângulo de medição padrão de 30° para a melhor visualização das narinas e da boca durante a coleta. O participante foi então posicionado em uma cadeira fixa sem braços com encosto apoiado na parede, sentado e com os pés tocando o chão a cerca de um metro da lente da câmera.



Figura2:Equipamentos selecionados para os testes. (a) Camera Flir SC660; (b) lente Flir (38mm) de 24 graus.

Estudo principal: neste ensaio foram utilizadas a câmera FLIR A315 (FLIR Inc., Santa Barbara, CA) e a lente FLIR 18 mm (Figura 3). A escolha da lente se deve ao seu encaixe com a câmera, a compatibilidade com o sensor de imagem, ao seu comprimento focal que permite melhor campo de visão para a cena, bem como ao número de pixels em relação à área total do sensor.



Figura 3: Câmera térmica FLIR A315 usada para realização da coleta dos dados.

O equipamento foi posicionado em um tripé com distância aproximada de um metro da face com um ângulo aproximado entre 80° e 90°. O voluntário foi posicionado sentado em uma cadeira fixa com encosto apoiado na parede. Também foi inserido um painel quadriculado atrás do participante para permitir o alinhamento do corpo durante o registro das imagens (Figura 4).

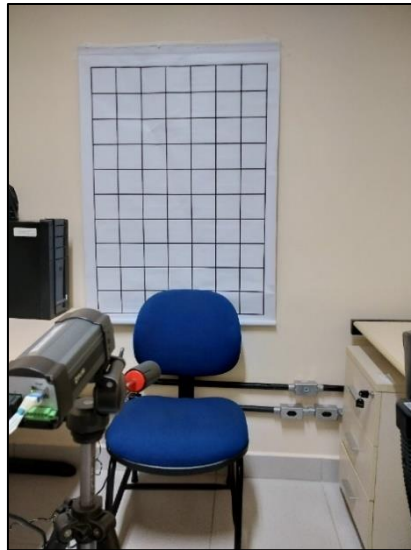


Figura 4: Posição dos equipamentos durante a coleta dos dados.

Para a tomada dos vídeos foi utilizada uma sequência de 5 frames por segundo. As temperaturas médias das regiões de interesse (nariz e boca) foram selecionadas por meio da forma elipse. Para evitar a influência da temperatura ambiental e da temperatura absoluta do indivíduo, foram realizados cálculos para obtenção da temperatura adimensional normalizada⁽⁴⁾. Desse modo se reduz as possibilidades de erro com a seguinte fórmula:

$$\theta = \frac{T - T_{\infty}}{T_b - T_{\infty}}$$

Onde θ é a temperatura adimensional corrigida (variando entre 0 e 1); T a temperatura da superfície avaliada; T_{∞} a temperatura ambiental e T_b a temperatura central, que para a presente pesquisa foi medida por meio da temperatura timpânica com um termômetro da marca Prosnubl modelo NO EFT 161.

A coleta das temperaturas foi realizada por dois avaliadores independentes para cálculo da concordância intra e inter avaliadores.

3.6 Análise dos dados

Para análise quantitativa e qualitativa das sequências de imagens obtidas no estudo foi utilizado o *software* FLIR Tools®. No primeiro estudo, para mensurar a variação de temperatura em torno das narinas e da boca durante a inspiração utilizaram-se três formas de seleção distintas: linha, elipse e retângulo. Primeiramente foram realizadas as medições posicionando-se uma linha horizontal entre as comissuras labiais e entre as narinas, depois os termogramas foram analisados usando a área de um retângulo e também de uma elipse posicionados entre as comissuras labiais, o arco do cupido e o limite inferior do lábio inferior e o mento para a obtenção dos valores térmicos da boca. Para obtenção da temperatura nasal outra elipse e outro retângulo foram posicionados circundando as narinas, o ápice do nariz e o ângulo nasolabial. Também foram coletadas as temperaturas mínimas, médias e máximas de cada região de interesse. Já para o segundo artigo utilizou-se somente a forma de seleção elipse e a temperatura média das regiões de interesse em decorrência dos resultados previamente obtidos.

Para a seleção das imagens do vídeo os seguintes procedimentos foram realizados: todos os vídeos de duração de dois minutos foram divididos em três

momentos de 40 segundos e em cada um desses momentos foram selecionadas duas imagens distintas, isto é, uma imagem para a inspiração e uma imagem para a expiração. Para a seleção da melhor imagem da inspiração tanto para o nariz como para a boca selecionou-se aquela que apresentava menor temperatura mínima. De maneira análoga, para a seleção da expiração foi escolhida a imagem que apresentava a maior temperatura máxima dentre as demais.

Os dados obtidos na primeira etapa foram analisados utilizando o programa de análise de dados IBM SPSS Statistics versão 23. Para testar a distribuição das variáveis contínuas aplicou-se o teste Shapiro-Wilk que indicou uma distribuição assimétrica. As análises comparativas entre o modo respiratório nasal e o modo respiratório oral/oronasal, bem como a comparação das temperaturas entre nariz e boca foram realizadas por meio do teste Mann-Whitney. A análise comparativa entre as formas de seleção das regiões de interesse (elipse, retângulo e linha) foi realizada por meio do teste de Friedman e a análise comparativa entre os valores mínimo, médio e máximo de temperatura por meio do teste Kruskal Wallis. O nível de significância adotado foi de 5%.

Na segunda etapa também foi utilizado o software IBM SPSS Statistics versão 25. Para testar a distribuição das variáveis contínuas aplicou-se o teste Shapiro-Wilk que indicou uma distribuição não simétrica ($< 0,05$). As comparações entre as temperaturas adimensionais corrigidas do nariz e da boca na respiração nasal e na respiração oral/oronasal, durante inspiração e expiração e a diferença ΔT (expiração - inspiração) da respiração nasal e oral/oronasal foram feitas por meio do teste de Wilcoxon. Foram coletadas três medidas de temperatura para cada variável estudada, e para análise estatística a mediana dessas três medidas foi adotada como o parâmetro analisado ao longo de todo trabalho. Também foi realizada a análise de

concordância intra avaliador e por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC). O nível de significância adotado foi de 5%.

3.7 Referências bibliográficas

1. Abreu RR, Rocha RL, Lamounier JA, Guerra AFM. Etiologia, manifestações clínicas e alterações presentes nas crianças respiradoras orais. *J Pediatr (Rio J)*. 2008;84:529-35.
2. American Academy of Thermology, Brazilian Thermology Association. Guidelines for Dental-oral and Systemic Health Infrared Thermography – 2019. edition. *Pan Am J Med Thermol*. 2019;5:41-55.
3. Steketee J. Spectral emissivity of skin and pericardium. *Phys Med Biol*. 1973;18(5):686–94.
4. Vargas JVC, Brioschi ML, Dias FG, Parolin MB, Mulinari-Brenner FA, Ordonez JC, et al. Normalized methodology for medical infrared imaging. *Infrared Phys Technol*. 2009;52(1):42-7.

4. Resultados e discussão

4.1 Artigo Original 1

PROPOSTA DE PROTOCOLO PARA AVALIAÇÃO DO MODO RESPIRATÓRIO POR MEIO DA TERMOGRAFIA: UM ESTUDO PILOTO

PROPOSED PROTOCOL FOR EVALUATION OF THE RESPIRATORY MODE THROUGH THERMOGRAPHY: A PILOT STUDY

Yasmim Carvalho Telson¹ ORCID 0000- 0002-3758-5247

Renata Maria Moreira Moraes Furlan¹ ORCID 0000-0001-7588-9316

Rafael Augusto Magalhães Ferreira² ORCID 0000-0001-8328-160X

Andréa Rodrigues Motta¹ ORCID 0000-0002-1582-3785

- (1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.
- (2) Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais– Belo Horizonte (MG), Brasil.

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais (MG), Brasil.

Endereço para correspondência:

Renata Maria Moreira Morais Furlan

Faculdade de Medicina da UFMG - Av. Professor Alfredo Balena, 190 sala 251- Santa Efigênia – BH – MG – 30130-100. renatamfurlan@gmail.com

Conflito de interesses: Os autores não têm conflitos de interesse.

A autora YCT foi responsável pela elaboração do projeto de pesquisa, coleta e análise dos dados e redação do manuscrito. Os autores RMMM, RAMF e ARM realizaram a orientação geral do trabalho, supervisionando a elaboração do projeto de pesquisa, a análise dos dados e a redação do artigo.

Resumo

Objetivo: apresentar um método de análise do modo respiratório por meio da termografia infravermelha. **Métodos:** estudo transversal exploratório de 38 imagens térmicas que representavam o momento da inspiração e da expiração durante a respiração nasal e durante a simulação da respiração oral de quatro voluntárias respiradoras nasais sem queixas respiratórias. Para a extração da temperatura das regiões de interesse (nariz e boca) foram utilizadas três formas de seleção distintas de dados (linha, retângulo e elipse) e três medidas de temperatura (mínima, média e máxima) por meio do software FLIR Tools®. **Resultados:** Dentre as três formas de seleção houve maior variabilidade nas medidas obtidas pela linha, revelando limitações nessa medida. Não houve diferenças entre as medidas do retângulo e elipse, mostrando que ambas as formas de seleção apresentam resultados semelhantes para a extração das temperaturas. Na comparação entre as temperaturas do nariz e a boca na inspiração e expiração, os resultados indicaram que houve diferença com relevância estatística em todas as medidas realizadas, exceto para as medidas de temperatura média da inspiração, usando o retângulo e a elipse. Percebe-se diferenciação do modo respiratório tanto na inspiração quanto na expiração quando utilizada a temperatura média da boca com o retângulo e a elipse. **Conclusão:** Sugere-se para avaliação do modo respiratório a avaliação da boca, por meio da elipse, com análise da temperatura média durante a inspiração.

Descritores: Termografia, Fonoaudiologia, Respiração Bucal, Nariz, Boca.

Abstract

Objective: To present a breathing mode analysis method using infrared thermography.

Methods: Exploratory cross-sectional study of 38 thermal images representing the inhaling and exhaling moments in nasal breathing and simulated mouth breathing of four volunteer nasal-breathing women with no respiratory complaints. The temperature of the regions of interest (nose and mouth) were extracted with three different data selection forms (line, rectangle, and ellipse) and three temperature measures (minimum, mean, and maximum), using the FLIR Tools® software. **Results:** Of the three selection forms, there was greater variability in the measures obtained with the line, proving it to be a limited measure. There were no differences between the rectangle and ellipse measures, showing that both selection forms have similar temperature extraction results. The results of the comparison between the nose and mouth temperatures when inhaling and exhaling indicated that there was a statistically relevant difference in all measures taken, except for the mean inhale temperatures using the rectangle and ellipse. The breathing mode was differentiated in both inhaling and exhaling when using the mean mouth temperature with rectangle and ellipse. **Conclusion:** For breathing mode assessment, it is suggested that the mouth be assessed using the ellipse, analyzing the mean temperature when inhaling

Keywords: Thermography; Respiration; Mouth Breathing; Nose; Mouth.

Introdução

A respiração é uma função fisiológica de grande relevância para a manutenção da vida ⁽¹⁾. O modo respiratório é um importante fator de influência no equilíbrio das estruturas e demais funções orofaciais, por isso demanda atenção por parte da Fonoaudiologia ⁽²⁾. A respiração oral habitual 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 ⁽²⁾.

Uma limitação da avaliação miofuncional é a escassez de técnicas quantitativas e precisas para a detecção de anormalidades funcionais e/ou estruturais que possam interferir no modo respiratório. A avaliação da respiração fica restrita a uma análise subjetiva do avaliador, já que não há um equipamento “padrão ouro” que possa ser utilizado ⁽³⁾.

A termografia infravermelha consiste em um método sem contato que avalia um campo de temperaturas em uma determinada cena ⁽⁴⁾. Trata-se de uma técnica não invasiva e não radioativa capaz de captar a faixa de radiação infravermelha emitida por um corpo ou um objeto e convertê-la em informação de temperatura ⁽⁵⁾.

As câmeras termográficas ou termocâmeras são dispositivos compostos por sensores que respondem a uma faixa do espectro eletromagnético não percebida a olho nu (comprimento de onda entre 0,75 a 1000 μm) ⁽⁶⁾. São responsáveis por transformar essas informações em sinais elétricos que são processados e convertidos em uma imagem visível, representada em diferentes escalas de cores para os vários níveis de temperatura captados ⁽⁴⁾. De maneira geral, a radiação emitida pelo corpo não depende somente da sua temperatura, mas também da emissividade, da

refletividade e da transmissividade ⁽⁷⁾. Portanto a câmera termográfica registra de forma indireta a temperatura de um corpo, deduzindo-a por meio da quantidade de radiação que incide sobre suas lentes.

A termografia tem se mostrado uma importante ferramenta na investigação da função respiratória. Estudos promissores têm sido realizados baseando-se na premissa que a temperatura ao redor das narinas flutua no ciclo respiratório ⁽⁸⁻¹⁹⁾. Durante a inspiração o ar frio do ambiente é inalado, já durante a expiração o ar quente dos pulmões é exalado ⁽⁹⁻¹¹⁾. Os termogramas são então, capazes de identificar tais mudanças e representar de forma qualitativa e quantitativa a variação de temperatura em torno do vestíbulo nasal.

O crescente interesse na termografia para avaliação da respiração decorre do fato de a frequência respiratória ser considerada um importante sinal vital ^(9,10). Estudos também utilizam a técnica para detecção de apneia obstrutiva do sono durante a polissonografia ⁽¹²⁾ e até mesmo para avaliar a respiração em casos de perfurações do septo nasal ⁽¹³⁾. Por ser uma técnica que não exige contato também tem sido utilizada na avaliação de crianças ⁽¹⁴⁾ e de bebês em unidades neonatais ^(15,16). Além de informação sobre a mudança de temperatura nas narinas, estudos utilizaram a termografia para analisar variações em torno da boca e obtiveram resultados robustos ⁽¹⁷⁻¹⁹⁾.

Considerando a atual utilização da termografia como recurso de avaliação da função respiratória, foco de interesse do fonoaudiólogo no campo da Motricidade Orofacial, seria relevante integrar o uso desse instrumento na avaliação do modo respiratório. Assim, o presente estudo propõe apresentar um método de análise do modo respiratório por meio da termografia infravermelha.

Métodos

Trata-se de um estudo transversal exploratório. A coleta dos dados foi realizada no Laboratório de Termometria da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (LabTerm/UFMG).

Os critérios de inclusão para a seleção dos participantes foram: ter idade igual ou superior a 18 anos; ser respirador nasal; não apresentar alguma alteração física, neurológica e/ou cognitiva que impeça ou dificulte a colaboração durante a realização do exame. Já quanto aos critérios de exclusão foram: uso de bandagem sobre a pele e/ou outros fatores que impeçam sua exposição a um ambiente equilibrado de temperatura; realização de exercícios físicos, acupuntura, massagens ou ter sido submetido a estimulação elétrica, ter frequentado saunas ou ficado exposto de maneira prolongada ao sol até 24 horas antes da realização das medições; o uso de broncodilatadores e medicações vasoativas; presença de febre, rinite alérgica, sintomas gripais e/ou resfriado no dia dos testes; presença de dor orofacial; homens com presença de barba na face e mulheres no período fértil ou menstrual.

Por meio dos critérios de seleção descritos foram selecionadas quatro voluntárias do sexo feminino, respiradoras nasais sem queixas respiratórias e com média de idade de 33,5 anos. As voluntárias eram fonoaudiólogas atuantes na área de Motricidade Orofacial, sendo, portanto, confiável o modo respiratório nasal habitual. No total, a amostra foi composta por 38 termogramas, sendo que 19 representavam a respiração nasal habitual e 19 a respiração oral/oronasal simulada por cada participante.

As participantes permaneceram no local cerca vinte minutos antes da medição para estabilização da temperatura, de acordo com as recomendações da Academia Americana de Termologia ⁽²⁰⁾.

Para realização dos ensaios foi utilizada uma câmera térmica FLIR SC660 (FLIR Inc., Santa Barbara, CA) e uma lente FLIR (38 mm) de 24 graus. A câmera FLIR SC660 foi selecionada por apresentar boa resolução (0,1 °C) e sensibilidade (0,03 °C). Foi escolhida a ferramenta de registro de sequência de imagens com uma frequência determinada, já que esta é capaz de gravar informações radiométricas (valores de temperatura). A frequência de aquisição escolhida foi de cinco frames por segundo. Já a seleção da lente, seguiu o critério de melhor aproveitamento do FOV (*Field of View*) para a cena, considerando uma distância de aproximadamente um metro entre a câmera e a face do voluntário, buscando-se assim maximizar o IFOV (*Instantaneous Field of View*) em relação aos alvos principais (nariz e boca). Desta forma, foi possível observar as mudanças de temperatura durante todo o processo de respiração.

As medições foram realizadas em uma sala com temperatura monitorada e mantida em torno de $(20\pm 1^\circ\text{C})$ ⁽²⁰⁾. Do ponto de vista metrológico, a temperatura do local deve ser bem controlada, para permitir a repetitividade dos resultados bem como criar uma referência térmica de base entre os diferentes voluntários⁽⁴⁾.

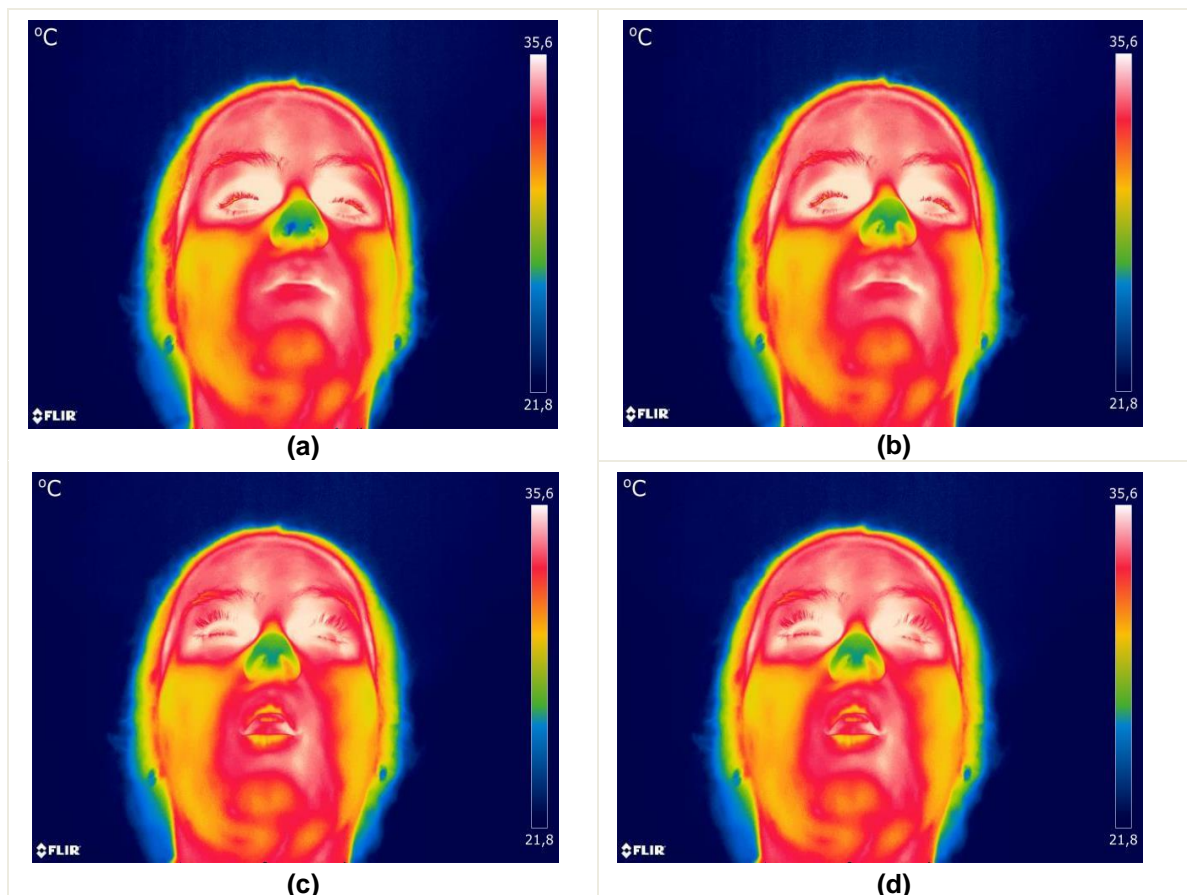
Quanto a montagem experimental dos testes, o termovisor foi estabilizado em um tripé para evitar vibrações durante os experimentos. Utilizou-se um ângulo de medição padrão de 30° para a melhor visualização das narinas e da boca durante a

coleta.

A coleta dos dados foi dividida em duas etapas. Em um primeiro momento, foram realizadas filmagens com o voluntário respirando de forma habitual pelo nariz.

Já na segunda etapa, os voluntários foram gravados simulando a respiração oral/oronasal. A figura 1 representa a síntese desses processos.

- Figura 1. Termogramas selecionados com o aparato experimental, durante o processo de inspiração e expiração pelo nariz (a)-(b), e pela boca (c)-(d)



Para análise quantitativa e qualitativa das seqüências de imagens obtidas foi utilizado o *software* FLIR Tools®. O grau de emissividade escolhido foi de 0,98 que corresponde ao valor da pele humana ⁽²¹⁾.

Para mensurar a variação de temperatura em torno das narinas e da boca durante a inspiração utilizaram-se três formas de seleção distintas: linha, elipse e retângulo. Primeiramente foram realizadas as medições posicionando-se uma linha horizontal entre as comissuras labiais e entre as narinas, depois os termogramas foram analisados usando a área de um retângulo e também de uma elipse posicionados entre as comissuras labiais, o arco do cupido e o limite inferior do lábio inferior e o mento para a obtenção dos valores térmicos da boca. Para obtenção da temperatura do nariz outra elipse e outro retângulo foram posicionados circundando as narinas, o ápice do nariz e o ângulo nasolabial. As figuras 3, 4 e 5 retratam os mecanismos utilizados.

Ao selecionar a região de interesse (ROI) o programa Flir Tools® apresenta três valores de temperatura sendo eles: o valor máximo, o valor mínimo e a média de temperatura da área selecionada.

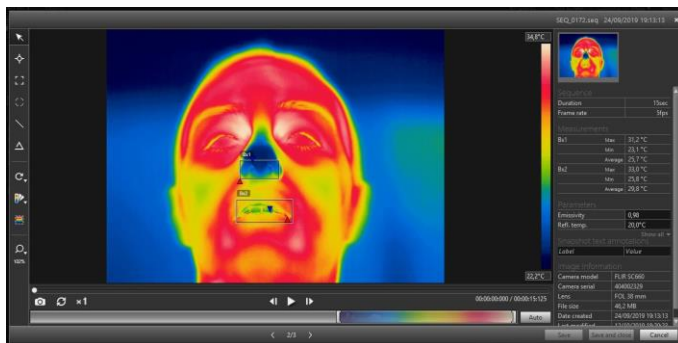


Figura 2: Seleção manual dos ROIs no software Flir Tools por meio de um retângulo

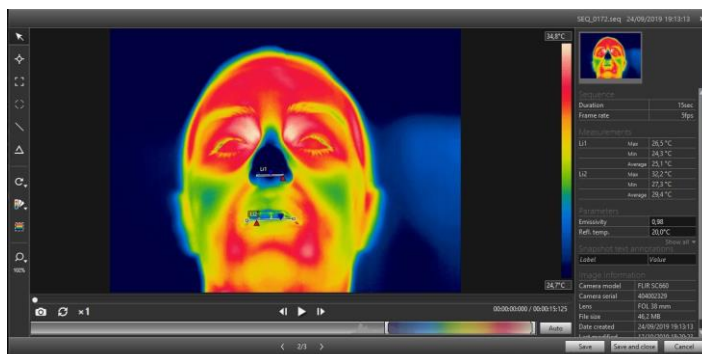


Figura 3: Seleção manual das ROIs no software Flir Tools por meio de uma linha horizontal

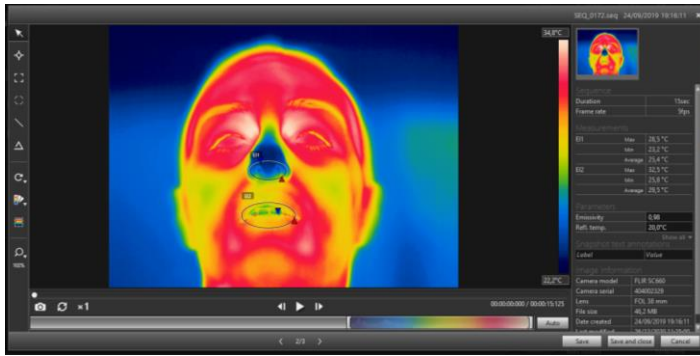


Figura 4: Seleção manual das ROIs no software Flir Tools por meio de uma elipse

Os dados foram analisados utilizando o programa de análise de dados IBM SPSS Statistics versão 23. Para testar a distribuição das variáveis contínuas aplicou-se o teste Shapiro-Wilk que indicou uma distribuição assimétrica. As análises comparativas entre o modo respiratório nasal e o modo respiratório oral/oronasal, bem como a comparação das temperaturas entre nariz e boca foram realizadas por meio do teste Mann-Whitney. A análise comparativa entre os valores mínimo, médio e máximo de temperatura por meio do teste Kruskal Wallis. O nível de significância adotado foi de 5%.

Resultados

Na Tabela 1 são comparados os valores de temperatura obtidos durante a respiração nasal e oral/oronasal, na inspiração e expiração, respectivamente. Percebe-se que as medidas com diferenças significantes na inspiração foram: temperatura média do nariz com a elipse e o retângulo; temperatura mínima da boca com a linha e a temperatura média da boca com a elipse, com o retângulo e com a linha. Já na expiração as medidas com diferença estatísticas foram: temperatura média do nariz com a linha; temperatura máxima do nariz com a linha e temperatura média da boca com a elipse e o retângulo.

Tabela 1. Comparação dos valores das temperaturas (°C) das regiões de interesse durante a respiração nasal e oral/oronasal

ROI	Variáveis			Inspiração			p valor	Expiração			p valor
	Temperatura	Forma de	Modo	Média	DP	CV		Média	DP	CV	
	Analísada	seleção	Respiratório								
Nariz	Mínima	Elipse	RN	22,0	1,3	6,1	,990	23,8	0,9	3,8	,584
			RO	22,0	1,2	5,3		23,7	0,8	3,3	
		Retângulo	RN	22,0	1,3	6,0	,939	23,9	0,9	3,8	,750
			RO	22,0	1,2	5,3		23,8	0,8	3,4	
		Linha	RN	22,5	1,9	8,3	,603	24,5	0,8	3,3	,289
			RO	22,2	1,4	6,2		24,2	0,8	3,2	
	Média	Elipse	RN	25,4	1,0	3,9	,000	26,5	0,7	2,6	,197
			RO	30,8	0,7	2,3		26,2	0,7	2,6	
		Retângulo	RN	25,0	1,0	4,0	,000	26,4	0,7	2,7	,157
			RO	30,9	0,6	1,9		26,0	0,7	2,6	
		Linha	RN	24,1	1,2	5,2	,269	26,5	0,6	2,1	,011
			RO	24,5	1,1	4,5		26,0	0,8	3,0	
	Máxima	Elipse	RN	29,3	1,3	4,5	,932	29,5	0,7	2,4	,140
			RO	29,3	2,0	6,9		29,0	1,1	3,9	
		Retângulo	RN	29,1	0,9	3,2	,428	29,6	0,7	2,3	,076
			RO	29,5	1,7	5,7		29,1	1,0	3,3	
		Linha	RN	25,7	1,2	4,8	,324	29,2	0,6	1,9	,001
			RO	26,2	1,3	5,0		27,7	1,8	6,6	
Boca	Mínima	Elipse	RN	27,3	1,4	5,0	,962	29,1	1,1	3,9	,954
			RO	27,3	1,3	4,8		29,1	1,1	3,8	
		Retângulo	RN	27,2	1,5	5,4	,835	29,3	0,9	3,1	,930
			RO	27,2	1,3	4,8		29,3	1,0	3,2	
		Linha	RN	30,0	0,8	2,8	,000	30,0	0,6	2,1	,089
			RO	28,3	1,5	5,4		29,2	1,9	6,6	
	Média	Elipse	RN	25,3	1,5	5,9	,000	30,8	0,7	2,2	,006
			RO	29,9	0,8	2,7		30,1	0,7	2,5	
		Retângulo	RN	25,6	1,5	6,0	,000	30,9	0,7	2,1	,003
			RO	30,2	0,7	2,4		30,2	0,8	2,6	
		Linha	RN	30,9	1,0	3,1	,000	30,9	0,6	2,1	,363
			RO	29,5	1,1	3,6		30,6	1,5	5,0	
	Máxima	Elipse	RN	33,0	0,7	2,0	,224	32,9	0,8	2,3	,687
			RO	32,7	1,0	3,0		33,0	1,0	3,0	
		Retângulo	RN	33,0	0,4	1,3	,851	32,9	0,8	2,4	,821
			RO	32,9	1,0	3,1		32,8	0,9	2,8	
		Linha	RN	32,3	1,1	3,5	,124	32,4	1,0	3,0	,496
			RO	31,8	0,7	2,1		32,6	0,8	2,5	

p=probabilidade de significância (Teste Mann-Whitney). RN= Respiração Nasal. RO= Respiração oral/oronasal. ROI= Região de Interesse. DP= desvio padrão. CV=coeficiente de variação.

Na comparação das temperaturas de acordo com a forma de seleção tanto na inspiração quanto na expiração (Tabela 2) observou-se diferenças ao se comparar a temperatura entre linha, retângulo e elipse em quase todas as medidas. Essa diferença foi predominante entre a linha e elipse e linha e retângulo, sendo que na maioria das vezes as medidas da linha foram menores que as medidas do retângulo e da elipse.

Tabela 2. Comparação das medidas de temperaturas (°C) obtidas pelas diferentes formas de seleção: linha, elipse e retângulo

Variáveis			Inspiração			Expiração						
Modo	Temperatura	Forma de	Média**	DP	CV	Valor	Média	DP	CV	Valor		
Nariz	RN	Mínima	Elipse	22,0 ^A	1,3	6,1	,000	23,8 ^A	1,3	5,6	,000	
			Retângulo	22,0 ^A	1,3	6,0		23,9 ^A	1,3	5,6		
			Linha	22,5 ^B	1,9	8,3		24,5 ^B	1,8	7,6		
	Média	Elipse	25,5 ^A	1,0	3,9	,000	26,5 ^A	1,0	3,8	,037		
		Retângulo	25,0 ^B	1,0	4,0		26,4 ^A	1,0	3,8			
		Linha	24,0 ^C	1,2	5,2		26,5 ^A	1,2	4,7			
	Máxima	Elipse	29,3 ^A	1,3	4,5	,000	29,5 ^A	1,3	4,5	,000		
		Retângulo	29,1 ^A	0,9	3,2		29,6 ^A	0,9	3,1			
		Linha	25,7 ^B	1,2	4,8		29,2 ^B	1,2	4,2			
	Boca	RN	Mínima	Elipse	22,0 ^A	1,2	5,3	,000	23,7 ^A	1,2	5,0	,000
				Retângulo	22,0 ^A	1,2	5,3		23,8 ^A	1,2	4,9	
				Linha	22,2 ^B	1,4	6,2		24,2 ^B	1,4	5,7	
Média		Elipse	30,8 ^A	0,7	2,3	,000	26,2 ^A	0,7	2,7	,476		
		Retângulo	30,9 ^A	0,6	1,9		26,0 ^A	0,6	2,3			
		Linha	24,5 ^B	1,1	4,5		26,0 ^A	1,1	4,2			
Máxima		Elipse	29,3 ^A	2,0	6,9	,000	29,0 ^A	2,0	6,9	,000		
		Retângulo	29,5 ^A	1,7	5,7		29,0 ^A	1,7	5,8			
		Linha	26,2 ^B	1,3	5,0		27,7 ^B	1,3	4,7			
RO		Mínima	Elipse	27,3 ^A	1,4	5,0	,000	29,1 ^A	1,4	4,7	,026	
			Retângulo	27,2 ^A	1,5	5,4		29,3 ^{AB}	1,5	5,0		
			Linha	30,0 ^B	0,8	2,8		30,0 ^C	0,8	2,8		
	Média	Elipse	25,3 ^A	1,5	5,9	,000	30,8 ^A	1,5	4,8	,568		
		Retângulo	25,6 ^A	1,5	6,0		30,9 ^A	1,5	5,0			
		Linha	30,9 ^B	1,0	3,1		30,9 ^A	1,0	3,1			
	Máxima	Elipse	33,0 ^A	0,7	2,0	,000	32,9 ^A	0,7	2,0	,000		
		Retângulo	33,0 ^A	0,4	1,3		32,9 ^A	0,4	1,3			
		Linha	32,3 ^B	1,1	3,5		32,4 ^B	1,1	3,5			
	Boca	RN	Mínima	Elipse	27,3 ^A	1,3	4,8	,191	29,0 ^A	1,3	4,5	,511
				Retângulo	27,1 ^A	1,3	4,8		29,3 ^A	1,3	4,4	
				Linha	28,3 ^A	1,5	5,4		29,2 ^A	1,5	5,2	
Média		Elipse	29,9 ^A	0,8	2,7	,022	30,1 ^A	0,8	2,7	,024		
		Retângulo	30,2 ^B	0,7	2,4		30,2 ^A	0,7	2,4			
		Linha	29,5 ^A	1,1	3,6		30,6 ^A	1,1	3,5			
Máxima		Elipse	32,7 ^A	1,0	3,0	,000	33,0 ^A	1,0	2,9	,000		
		Retângulo	32,9 ^A	1,0	3,1		32,8 ^A	1,0	3,1			
		Linha	31,8 ^B	0,7	2,1		32,6 ^B	0,7	2,0			

p= probabilidade de significância (* teste de Friedman, **Teste Wilcoxon). RN= Respiração nasal. RO= Respiração oral/oronasal. ROI= Região de interesse. DP= desvio padrão. CV = Coeficiente de variação. Letras diferentes indicam diferenças estatisticamente significativas entre os valores mensurados.

Já na tabela 3, são apresentadas a comparação das temperaturas mensuradas entre o nariz e a boca na inspiração e expiração. Os resultados indicam que houve diferença com relevância estatística em todas as medidas realizadas, exceto para as medidas de temperatura média da inspiração, usando o retângulo e a elipse. A temperatura da boca sempre se mostrou mais elevada do que a temperatura do nariz, tanto na inspiração quanto na expiração.

Tabela 3. Comparação das temperaturas (°C) das regiões de interesse entre as medidas realizadas no nariz e na boca.

Variáveis				Inspiração				Expiração			
Temperatura	Modo respiratório	Forma de seleção	ROI	Média	DP	CV	Valor de p	Média	DP	CV	Valor de p
Mínima	RN	Elipse	Nariz	22,0	1,3	6,1	,000	23,8	0,9	3,8	,000
			Boca	27,3	1,4	5,0		29,1	1,1	3,9	
		Retângulo	Nariz	22,0	1,3	6,0	,000	23,9	0,9	3,8	,000
			Boca	27,2	1,5	5,4		29,3	0,9	3,1	
		Linha	Nariz	22,5	1,9	8,3	,000	24,5	0,8	3,3	,000
			Boca	30,0	0,8	2,8		30,0	0,6	2,1	
	RO	Elipse	Nariz	22,0	1,2	5,3	,000	23,7	0,8	3,3	,000
			Boca	27,3	1,3	4,8		29,1	1,1	3,8	
		Retângulo	Nariz	22,0	1,2	5,3	,000	23,8	0,8	3,4	,000
			Boca	27,2	1,3	4,8		29,3	1,0	3,2	
		Linha	Nariz	22,2	1,4	6,2	,000	24,2	0,8	3,2	,000
			Boca	28,3	1,5	5,4		29,2	1,9	6,6	
Média	RN	Elipse	Nariz	25,4	1,0	3,9	,819	26,5	0,7	2,6	,000
			Boca	25,3	1,5	5,9		30,8	0,7	2,2	
		Retângulo	Nariz	25,0	1,0	4,0	,169	26,4	0,7	2,7	,000
			Boca	25,6	1,5	6,0		30,9	0,7	2,1	
		Linha	Nariz	24,1	1,2	5,2	,000	26,5	0,6	2,1	,000
			Boca	30,9	1,0	3,1		30,9	0,6	2,1	
	RO	Elipse	Nariz	30,8	0,7	2,3	,001	26,2	0,7	2,6	,000
			Boca	29,9	0,8	2,7		30,1	0,7	2,5	
		Retângulo	Nariz	30,9	0,6	1,9	,003	26,0	0,7	2,6	,000
			Boca	30,2	0,7	2,4		30,2	0,8	2,6	
		Linha	Nariz	24,5	1,1	4,5	,000	26,0	0,8	3,0	,000
			Boca	29,5	1,1	3,6		30,6	1,5	5,0	
Máxima	RN	Elipse	Nariz	29,3	1,3	4,5	,000	29,5	0,7	2,4	,000
			Boca	33,0	0,7	2,0		32,9	0,8	2,3	
		Retângulo	Nariz	29,1	0,9	3,2	,000	29,6	0,7	2,3	,000
			Boca	33,0	0,4	1,3		32,9	0,8	2,4	
		Linha	Nariz	25,7	1,2	4,8	,000	29,2	0,6	1,9	,000
			Boca	32,3	1,1	3,5		32,4	1,0	3,0	
	RO	Elipse	Nariz	29,3	2,0	6,9	,000	29,0	1,1	3,9	,000
			Boca	32,7	1,0	3,0		33,0	1,0	3,0	
		Retângulo	Nariz	29,5	1,7	5,7	,000	29,1	1,0	3,3	,000
			Boca	32,9	1,0	3,1		32,8	0,9	2,8	
		Linha	Nariz	26,2	1,3	5,0	,000	27,7	1,8	6,6	,000
			Boca	31,8	0,7	2,1		32,6	0,8	2,5	

p=probabilidade de significância (Teste Mann-Whitney). RN= Respiração Nasal. RO= Respiração oral/oronasal. ROI= Região de Interesse. CV = DP= desvio padrão. Coeficiente de variação.

Por fim, na comparação das temperaturas mínima, média e máxima (tabela 4) verificou-se, como esperado, que existe diferença significativa em todas as análises. De maneira geral, as temperaturas médias apresentaram menores de coeficiente de variação.

Tabela 4. Comparação das imagens das medidas realizadas com a temperatura mínima, média e máxima.

ROI	Variáveis		Inspiração				Expiração					
	Modo respiratório	Forma de seleção	Temperatura	Média	DP	CV	Valor de p	Média	DP	CV	Valor de p	
Nariz	RN	Elipse	Mínima	22,0 ^A	1,3	6,1	,000	23,8 ^A	0,9	3,8	,000	
			Média	25,4 ^B	1,0	3,9		26,5 ^B	0,7	2,6		
			Máxima	29,3 ^C	1,3	4,5		29,5 ^C	0,7	2,4		
		Retângulo	Mínima	22,0 ^A	1,3	6,0		23,9 ^A	0,9	3,8		
			Média	25,0 ^B	1,0	4,0		26,4 ^B	0,7	2,7		
			Máxima	29,1 ^C	0,9	3,2		29,6 ^C	0,7	2,3		
	Linha	Mínima	22,5 ^A	1,9	8,3	24,5 ^A	0,8	3,3				
		Média	24,0 ^B	1,2	5,2	26,5 ^B	0,6	2,1				
		Máxima	25,7 ^C	1,2	4,8	29,2 ^C	0,6	1,9				
	RO	Elipse	Mínima	22,0 ^A	1,2	5,3	,000	23,7 ^A	0,8	3,3	,003	
			Média	30,8 ^B	0,7	2,3		26,2 ^B	0,7	2,6		
			Máxima	29,2 ^C	2,0	6,9		29,0 ^C	1,1	3,9		
Retângulo		Mínima	22,0 ^A	1,2	5,3	23,8 ^A		0,8	3,4			
		Média	30,9 ^B	0,6	1,9	26,0 ^B		0,7	2,6			
		Máxima	29,5 ^C	1,7	5,7	29,0 ^C		1,0	3,3			
Linha	Mínima	22,2 ^A	1,4	6,2	,000	24,2 ^A	0,8	3,2	,000			
	Média	24,5 ^B	1,1	4,5		26,0 ^B	0,8	3,0				
	Máxima	26,2 ^C	1,3	5,0		27,7 ^C	1,8	6,6				
Boca	Elipse	Mínimo	27,3 ^A	1,4		5,0	,000	29,1 ^A		1,1	3,9	,000
		Média	25,3 ^B	1,5		5,9		30,8 ^B		0,7	2,2	
		Máxima	33,0 ^C	0,7		2,0		32,9 ^C		0,8	2,3	
	Retângulo	Mínima	27,2 ^A	1,5	5,4	29,3 ^A		0,9	3,1			
		Média	25,6 ^B	1,5	6,0	30,9 ^B		0,7	2,1			
		Máxima	32,9 ^C	0,4	1,3	32,9 ^C		0,8	2,4			
Linha	Mínima	30,0 ^A	0,8	2,8	,000	30,0 ^A	0,6	2,1	,016			
	Média	30,9 ^B	1,0	3,1		30,9 ^B	0,6	2,1				
	Máxima	32,3 ^C	1,1	3,5		32,4 ^C	1,0	3,0				
RO	Elipse	Mínima	27,3 ^A	1,3		4,8	,000	29,0 ^A		1,1	3,8	,000
		Média	29,9 ^B	0,8		2,7		30,1 ^B		0,7	2,5	
		Máxima	32,7 ^C	1,0		3,0		33,0 ^C		1,0	3,0	
	Retângulo	Mínima	27,1 ^A	1,3	4,8	29,3 ^A		1,0	3,2			
		Média	30,2 ^B	0,7	2,4	30,2 ^B		0,8	2,6			
		Máxima	32,9 ^C	1,0	3,1	32,8 ^C		0,9	2,8			
Linha	Mínima	28,3 ^A	1,5	5,4	,000	29,2 ^A	1,9	6,6	,000			
	Média	29,5 ^B	1,1	3,6		30,6 ^B	1,5	5,0				
	Máxima	31,8 ^C	0,7	2,1		32,6 ^C	0,8	2,5				

p= probabilidade de significância (Teste Kruskal Wallis). RN=Respiração nasal. RO=Respiração oral/oronasal. ROI= Região de interesse. DP = Desvio Padrão. CV = Coeficiente de variação

Discussão

Apesar de ser um estudo preliminar, os resultados obtidos até então fornecem evidências relevantes quanto à aplicação e uso da termografia infravermelha na avaliação objetiva do modo respiratório trazendo informações importantes quanto a seleção das regiões de interesse e análise das temperaturas durante a inspiração e expiração.

Na comparação das temperaturas entre os modos respiratórios nasal e oral/oronasal observou-se que a maior parte das diferenças foi observada na inspiração ao se analisar a temperatura média e que a seleção da boca para avaliação e comparação do modo respiratório mostrou dados mais homogêneos em relação à utilização do nariz. Assim, esses se mostraram parâmetros importantes de análise para diferenciação do modo respiratório.

Sobre as ferramentas para seleção das temperaturas das regiões de interesse (nariz e boca) foram utilizadas três formas distintas existentes no programa FLIR Tools®: linha, retângulo e elipse. Houve diferença estatística ao se comparar praticamente todas as medidas entre si. Percebe-se que essa diferença foi predominante entre “linha e elipse” e “linha e retângulo”. Não houve diferenças entre as medidas do retângulo e elipse, mostrando que ambas as formas de seleção apresentam resultados semelhantes para a extração das temperaturas. Na maioria das mensurações os coeficientes de variação obtidos pela forma de seleção “linha” foram maiores, em comparação às demais medidas. Tal fato indica que houve uma maior dispersão dos dados em relação à média quando utilizada esta forma de seleção, sugerindo assim, que a linha pode não ser tão eficiente para a obtenção das temperaturas durante a respiração. Percebe-se também que durante a seleção manual das regiões de interesse quando utilizada a linha, sua posição pode variar de análise para análise interferindo assim, na repetitividade das medições. Não houve diferenças entre as medidas do retângulo e elipse, mostrando que ambas as formas de seleção apresentam resultados semelhantes para a extração das temperaturas. A elipse poderia ser utilizada em detrimento do retângulo por ser a que mais se aproximou da forma anatômica da boca e do nariz e não invadiu áreas próximas à região de interesse.

Quanto às medidas realizadas comparando as temperaturas do nariz e da boca, percebe-se que a maioria dos valores da boca são significativamente maiores que os do nariz. Não foram encontrados estudos na literatura que abordassem essa diferença. Dessa forma, um protocolo para avaliação do modo respiratório por meio da termografia infravermelha deve levar em conta qual região será avaliada: nariz ou boca. Comparando os coeficientes de variação das temperaturas obtidas, percebe-se que esses tendem a serem menores para a boca, especialmente na inspiração, indicando assim, menor dispersão dos dados, o que pode indicar resultados mais homogêneos obtidos para essa região.

Em relação às temperaturas utilizadas para análise (média, mínima ou máxima) foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre todas as medidas comparadas, sendo que as temperaturas médias foram as que apresentaram, de maneira geral, valores menores de coeficiente de variação. Verificou-se ainda que, de maneira geral, as temperaturas mínima e máxima foram próximas ao se comparar a medidas registradas na respiração nasal e oral/oronasal, já as medidas de temperatura média da boca usando as formas de seleção retângulo e elipse conseguiram realizar a diferenciação do modo respiratório, embora apenas na inspiração. Assim, pode-se considerar as temperaturas médias como as mais indicadas para avaliação do modo respiratório.

Apesar dos resultados satisfatórios encontrados, a pesquisa desenvolvida apresenta limitações técnicas devido seu caráter exploratório. Dentre eles está o tamanho amostral reduzido e o fato de as avaliações terem ocorrido somente com indivíduos respiradores nasais sem nenhuma queixa respiratória. Pretende-se contornar essas dificuldades em etapas posteriores do estudo em que serão avaliados

um número maior de participantes, bem como serão incluídos respiradores orais/oronasais nos ensaios.

Outro aspecto que deve ser observado na próxima fase da pesquisa é que a análise dos dados seja realizada por dois avaliadores distintos para cálculo da concordância inter e intra avaliador. Esse não é um aspecto levantado na literatura, mas parece fundamental para a confiabilidade dos dados. Também se sugere que seja realizado o cálculo da temperatura normalizada. Por fim, ressalta-se também que os movimentos do corpo durante a respiração podem influenciar na coleta dos dados, para minimizar este impacto, sugere-se a utilização de um método para monitoramento do movimento da cabeça durante os testes.

Esta pesquisa é inovadora dentro da área da Motricidade Orofacial uma vez que não existe um equipamento ou técnica “padrão ouro” para análise do modo respiratório. Além disso, ainda há poucas pesquisas envolvendo a utilização da termografia infravermelha na avaliação da respiração e estas têm como objetivo principal a análise da frequência respiratória, isto é, a determinação do número de ciclos respiratórios por minuto ⁽⁸⁻¹⁹⁾. Um estudo se propôs analisar não somente a modulação de temperatura em torno das narinas, mas também em torno da boca como fizemos, mas assim como as demais pesquisas seu objetivo principal foi avaliar a taxa respiratória comparando-a com os movimentos dos ombros durante a respiração ⁽¹⁸⁾. Portanto, não há estudos utilizando essa técnica para a verificação do modo respiratório.

Espera-se que esta ferramenta possa ser empregada na prática clínica fonoaudiológica como uma ferramenta complementar de análise para detecção da respiração oral/oronasal, bem como também possa ser utilizada no tratamento como

uma fonte de informação simples e visual para apresentar a evolução do paciente ao longo do processo terapêutico.

Conclusão

A partir dos resultados, percebe-se que a termografia infravermelha pode ser uma técnica promissora para a avaliação do modo respiratório dentro da Motricidade Orofacial e da Fonoaudiologia e que pode auxiliar no diagnóstico da respiração oral/oronasal. Sugere-se para avaliação do modo respiratório a avaliação da boca, por meio da elipse, com análise da temperatura média durante a inspiração.

Referências bibliográficas

1. Jiang S, Chan J, Stupak HD. The use of infrared thermal imaging to determine functional nasal adequacy: a pilot study. *OTO Open*. 2021;5(3):2473974X211045958.
2. Costa M, Valentim AF, Becker HMG, Motta AR. Achados da avaliação multiprofissional de crianças respiradoras orais. *Rev CEFAC*. 2015;17(3):864-78.
3. Melo DL, Santos RVM, Perilo TVC, Becker HMG, Motta AR. Avaliação do respirador oral: uso do espelho de Glatzel e do peak nasal inspiratory flow. *CoDAS*. 2013;25(3):236-41.
4. Chrzanowski K. Testing thermal imagers. Practical guide. Warsaw: Military University of Technology; 2010.
5. Côrte ACRE, Hernandez AJ. Termografia médica infravermelha aplicada à medicina do esporte. *Rev Bras Med Esporte*. 2016;22(4):315-9.

6. Sanches IJ, Gamba HR, de Souza MA, Neves EB, Nohama P. Fusão 3D de imagens de MRI/CT e termografia. *Rev Bras Eng Biomed*. 2013;29(3):298–308.
7. Novo MMM, Bitencourt CS, Tiba PRT, Silva DGM, Pandolfelli VC, Carlos S. Fundamentos básicos de emissividade e sua correlação com os materiais refratários, conservação de energia e sustentabilidade. *Cerâmica*. 2014;60:22-33.
8. Hu M-H, Zhai G-T, Li D, Fan Y-Z, Chen X-H, Yang X-K. Synergetic use of thermal and visible imaging techniques for contactless and unobtrusive breathing measurement. *J Biomed Opt*. 2017;22(3):36006.
9. Kastl KG, Wiesmiller KM, Lindemann J. Dynamic infrared thermography of the nasal vestibules: a new method. *Rhinology*. 2009;47(1):89-92.
10. Vermeulen S, Barreto M, La Penna F, Prete A, Martella S, Biagiarelli F, et al. Exhaled breath temperature in children: reproducibility and influencing factors. *J Asthma*. 2014;51(7):743-50.
11. Hers V, Corbugy D, Joslet I, Hermant P, Demarteau J, Delhougne B, 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. *J Clin Monit Comput*. 2013;27(5):521–9.
12. Fei J, Pavlidis I, Murthy J. Thermal vision for sleep apnea monitoring. In: Yang GZ, Hawkes D, Rueckert D, Noble A, Taylor C. In: *Anais do Medical Image Computing and Computer-Assisted Intervention*; 2009. nov 11, Berlin, Alemanha: Springer 2009. p 1084-91.
13. Lindemann J, Wiesmiller K, Keck T, Kastl K. Dynamic nasal infrared thermography in patients with nasal septal perforations. *Am J Rhinol Allergy*. 2009;23(5):471–4.
14. Goldman LJ. Nasal airflow and thoracoabdominal motion in children using infrared thermographic video processing. *Pediatr Pulmonol*. 2012;47(5):476-86.

15. Klaessens JHGM, van den Born M, van der Veen A, Sikkens-van de Kraats J, van den Dungen FAM, Verdaasdonk RM. 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. Proceedings of Advanced Biomedical and Clinical Diagnostic Systems XII; 2014; San Francisco, California, United States: SPIE BiOS; 2014. 89351P.
16. Pereira CB, Heimann K, Venema B, Blazek V, Czaplik M, Leonhardt S. Estimation of respiratory rate from thermal videos of preterm infants. Proceedings of IEEE Eng Med Biol Soc. 2017;3818-21.
17. Procházka A, Charvátová H, Vyšata O, Kopal J, Chambers J. Breathing analysis using thermal and depth imaging camera video records. Sensors (Basel). 2017;17(6). pii: E1408.
18. Pereira CB, Yu X, Czaplik M, Blazek V, Venema B, Leonhardt S. Estimation of breathing rate in thermal imaging videos: a pilot study on healthy human subjects. J Clin Monit Comput. 2017;31(6):1241-54.
19. Hu MH, Zhai GT, Li D, Fan YZ, Chen XH, Yang XK. Synergetic use of thermal and visible imaging techniques for contactless and unobtrusive breathing measurement. J Biomed Opt. 2017;22(3):36006.
20. American Academy of Thermology, AAT. Guidelines for dental-oral and systemic health infrared thermography. Pan American J Med. Thermol. 2015; 2(1):44-53.
21. Steketee J. Spectral emissivity of skin and pericardium. Phys Med Biol. 1973; 18(5):686-94.

4.2 Artigo Original 2

AVALIAÇÃO DO MODO RESPIRATÓRIO POR MEIO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

EVALUATION OF THE RESPIRATORY MODE BY INFRARED THERMOGRAPHY

Yasmim Carvalho Telson¹ ORCID 0000- 0002-3758-5247

Renata Maria Moreira Moraes Furlan¹ ORCID 0000-0001-7588-9316

Rafael Augusto Magalhães Ferreira² ORCID 0000-0001-8328-160X

Andréa Rodrigues Motta¹ ORCID 0000-0002-1582-3785

(1) Departamento de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil.

(2) Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais– Belo Horizonte (MG), Brasil.

Trabalho realizado no Programa de Pós-graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais (MG), Brasil.

Endereço para correspondência:

Renata Maria Moreira Moraes Furlan

Faculdade de Medicina da UFMG - Av. Professor Alfredo Balena, 190 sala 251- Santa Efigênia – BH – MG – 30130-100. renatamfurlan@gmail.com

Conflito de interesses: Os autores não têm conflitos de interesse.

A autora YCT foi responsável pela elaboração do projeto de pesquisa, coleta e análise dos dados e redação do manuscrito. Os autores RMMM, MPP, RAMF e ARM realizaram a orientação geral do trabalho, supervisionando a elaboração do projeto de pesquisa, a análise dos dados e a redação do artigo.

Resumo

Objetivo: analisar o modo respiratório por meio da termografia infravermelha.

Métodos: estudo transversal observacional do tipo exploratório realizado com vinte participantes do sexo feminino com média de idade de 26,0 anos. Os termogramas foram realizados seguindo os princípios da Academia Americana de Termologia e pela Associação Brasileira de Termologia. Para os ensaios foram utilizadas a câmera FLIR A315 (*FLIR Inc., Santa Barbara, CA*). As gravações consistiram nas participantes respirando habitualmente pelo nariz por dois minutos e simulando respiração oral/oronasal por dois minutos. Os termogramas foram analisados por meio do software FLIR Tools. Uma elipse foi posicionada entre as narinas e as comissuras labiais para a obtenção das temperaturas médias. A coleta foi realizada por dois avaliadores independentes, bem como foi realizado cálculo da temperatura adimensional normalizada. **Resultados:** A temperatura durante a respiração nasal é maior que durante a respiração oral/oronasal tanto na inspiração quanto na expiração quando mensurada na região da boca. As temperaturas na expiração foram mais elevadas que na inspiração na respiração oral/oronasal (no nariz e na boca) e na respiração nasal (apenas no nariz). A diferença de temperatura entre expiração e inspiração (ΔT) foi maior na respiração oral/oronasal quando medida na região da boca. **Conclusão:** a avaliação termográfica do modo respiratório pode ser realizada por meio da comparação das temperaturas médias da boca, usando uma elipse.

Descritores: Termografia, Fonoaudiologia, Respiração Bucal, Nariz, Boca.

Abstract

Objective: To analyze breathing modes with infrared thermography. **Methods:** Exploratory observational cross-sectional study conducted in 20 female participants with a mean age of 26.0 years. The thermograms were made following the principles of the American Academy of Thermology and the Brazilian Thermology Society. The camera FLIR A315 (FLIR Inc., Santa Barbara, CA) was used for the trials. The recordings consisted of the participants breathing normally through the nose for 2 minutes and simulating mouth/oronasal breathing for another 2 minutes. The thermograms were analyzed with the FLIR Tools software. An ellipse was placed between the nostrils and the lip commissures to obtain the mean temperatures. The collection was made by two independent raters, and the normalized nondimensional temperature was calculated. **Results:** The temperature in nasal breathing is higher than in mouth/oronasal breathing both when inhaling and exhaling when measured in the region of the mouth. The exhale temperatures were higher than the inhale ones in mouth/oronasal breathing (through the nose and the mouth) and nasal breathing (only through the nose). The temperature difference between exhaling and inhaling (ΔT) was greater in mouth/oronasal breathing when measured in the region of the mouth. **Conclusion:** The thermographic assessment of breathing modes may be made by comparing the mean temperatures of the mouth, using an ellipse.

Keywords: Thermography; Respiration; Mouth Breathing; Nose; Mouth.

Introdução

O modo respiratório compreende o caminho que o fluxo de ar percorre nas vias aéreas superiores durante a respiração ⁽¹⁾. É um fator de relevante influência no equilíbrio do sistema miofuncional orofacial ⁽²⁾. A respiração oral é a mudança total ou parcial do fluxo de ar nasal para a boca, geralmente está associada a obstruções no nariz ou na nasofaringe, além das questões alérgicas ⁽³⁾. Entretanto mesmo após a desobstrução, esta pode permanecer como um hábito, logo, a atuação fonoaudiológica na função alterada é de fundamental importância para o prognóstico e boa evolução clínica do paciente ⁽³⁾.

Dentro da área ainda não existe uma técnica objetiva que seja “padrão ouro” para avaliação do modo respiratório, que muitas vezes é realizada de forma subjetiva e depende do relato dos sinais e sintomas pelo paciente/responsável ⁽⁴⁾. Além disso, uma medida objetiva confiável, econômica e não invasiva do fluxo de ar nasal ainda permanece desconhecida ⁽⁵⁾.

A termografia infravermelha é conhecida por ser um método que não exige contato e que não é invasivo ⁽⁶⁾. Tem sido utilizado em diferentes áreas do conhecimento, dentre elas a área da Saúde, por ser um equipamento capaz de detectar as variações de temperaturas envolvidas nas mudanças de alguns processos fisiológicos ⁽⁶⁾.

Estudos têm empregado a termografia na avaliação da respiração, principalmente utilizando-a como uma técnica para quantificação do fluxo ou da taxa respiratória ⁽⁷⁻¹⁷⁾. Um estudo recente também teve como objetivo determinar a funcionalidade nasal por meio do método e obteve resultados promissores ⁽⁵⁾. Todas essas pesquisas se sustentam nas mudanças fisiológicas representadas pelo ciclo respiratório, já que na inspiração há a inalação do ar ambiental com uma queda da

temperatura do nariz e/ou da boca, e na expiração o processo inverso é observado: há a liberação do ar dos pulmões e, portanto, o aquecimento das do nariz e/ou da boca ^(7,8).

Diante do pressuposto apresentado, esta pesquisa tem como principal objetivo analisar o modo respiratório por meio da termografia infravermelha. Dessa forma será possível desenvolver um protocolo de coleta e análise das temperaturas cutâneas do nariz e da boca durante a respiração nasal e durante a respiração oral/oronasal, auxiliando a prática clínica fonoaudiológica por meio de uma avaliação objetiva e eficaz do modo respiratório.

Métodos

Esta pesquisa é caracterizada por ser um estudo um delineamento transversal observacional do tipo exploratório. Foi desenvolvida com participantes autodeclarados respiradores nasais no Observatório de Saúde Funcional em Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da UFMG. Todos os participantes da pesquisa eram fonoaudiólogos ou alunos de Fonoaudiologia do ciclo clínico, e, portanto, possuíam conhecimento sobre fisiologia da respiração e dos sinais clínicos envolvendo respiração oral. A coleta dos dados só foi iniciada após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição pelo seguinte parecer: CAAE 3.695.491 e todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido.

Dentre os critérios de inclusão para a pesquisa foram estabelecidos: ter idade igual ou superior a 18 anos; ser respirador nasal; não apresentar alguma alteração física, neurológica e/ou cognitiva que impedisse ou dificultasse a colaboração durante a realização do exame.

Já quanto aos critérios de exclusão dos participantes estabeleceu-se: uso de bandagem sobre a pele e/ou outros fatores que impedissem sua exposição a um ambiente equilibrado de temperatura; realização de exercícios físicos, acupuntura, massagens ou ter sido submetido a estimulação elétrica, ter frequentado saunas ou ficado exposto de maneira prolongada ao sol até 24 horas antes da realização das medições; o uso de broncodilatadores e medicações vasoativas; presença de febre, rinite alérgica, sintomas gripais e/ou resfriado no dia dos testes; presença de dor orofacial; homens com presença de barba na face e mulheres no período fértil ou menstrual.

Para a seleção dos participantes e classificação do modo respiratório seguiu-se três etapas, além da autodeclaração de respiração nasal: avaliação dos sinais e sintomas da respiração oral, avaliação do vedamento labial e avaliação do tônus da musculatura orofacial.

Para avaliação dos sinais e sintomas um questionário contendo sinais maiores e menores para a respiração oral foi aplicado entre os participantes ⁽¹⁸⁾. Foram considerados casos suspeitos de respiração oral/oronasal e, portanto, excluídos da pesquisa, os participantes que apresentarem pelo menos dois sinais maiores ou um sinal maior associado a dois sinais menores ⁽¹⁸⁾. Posteriormente foi avaliada a capacidade de vedamento labial por dois minutos. Para ser considerado possível respirador nasal o participante deveria ser capaz de manter o vedamento labial sem tensão perioral pelo tempo proposto de dois minutos. Por fim, houve a verificação do tônus dos músculos masseter direito e esquerdo, orbicular dos lábios, bem como os músculos bucinadores direito e esquerdo, por meio da palpação subjetiva, sendo que vinte por cento da amostra foi avaliada por dois avaliadores de maneira independente. Só foram selecionados para o estudo os participantes que passaram nas três etapas

propostas, isto é, apresentaram menos de dois sinais maiores para respiração oral ou um sinal maior associado a dois sinais menores, possuíam vedamento labial por mais dois minutos ou mais, além de tônus adequado para os músculos masseter bilateralmente, orbicular dos lábios e bucinadores direito e esquerdo.

Após a seleção dos participantes por meio dos critérios de seleção descritos a amostra final foi composta por vinte mulheres respiradoras nasais, totalizando 240 termogramas.

Os registros da termografia foram realizados seguindo todas as recomendações preconizadas pela Academia Americana de Termologia e pela Associação Brasileira de Termologia ⁽¹⁹⁾. A temperatura da sala foi controlada ($20\pm 1^{\circ}\text{C}$) e juntamente com a umidade relativa do ar (que não ultrapassou 70%), foi medida por meio de um termo-higrômetro HTH-426A – HOMIS. Os participantes permaneceram no local de 15 a 20 minutos antes das medições para estabilização da temperatura, sem exposição direta ao sistema de ventilação. Uma lista de recomendações foi enviada aos participantes um dia antes das medições. Durante a coleta foi solicitado a retirada de acessórios como brincos, colares e piercings, bem como prender os cabelos. A emissividade assumida foi de 0,98 que correspondente ao valor da pele humana ⁽²⁰⁾.

Para os ensaios foram utilizadas a câmera FLIR A315 (*FLIR Inc., Santa Barbara, CA*) e a lente FLIR 18 mm. O equipamento foi posicionado em um tripé com distância aproximada de um metro da face. O voluntário foi posicionado sentado em uma cadeira fixa com encosto apoiado na parede. A câmera térmica foi posicionada à frente em um tripé com uma angulação entre 80° e 90° para melhor visualização do nariz e da boca simultaneamente. Também foi inserido um painel quadriculado atrás

do participante para permitir o alinhamento da cabeça durante o registro das imagens. Para a tomada dos vídeos foi utilizada uma sequência de 5 frames por segundo.

Os testes foram constituídos por três momentos diferentes, primeiramente foi solicitado a respiração nasal durante dois minutos de gravação. Posteriormente, foi solicitado que o paciente simulasse uma respiração ora/oronasal como forma de treinamento, portanto sem filmagem. Somente na terceira etapa, após o treinamento, o participante foi gravado por dois minutos durante respiração oral/oronasal.

Após a coleta dos dados houve a obtenção e análise das temperaturas do nariz e da boca. Para a obtenção dessas informações o software Flir Tools foi utilizado. Uma elipse foi posicionada entre as comissuras labiais, o arco do cupido e o limite inferior do lábio inferior e o mento para a obtenção dos valores térmicos da boca. Para obtenção da temperatura nasal outra elipse foi posicionada circundando as narinas, o ápice do nariz e o ângulo nasolabial. A escolha da elipse como ferramenta de seleção das regiões de interesse se deu pelos resultados robustos obtidos em um estudo piloto realizado previamente e por esta se adaptar mais perfeitamente à anatomia do nariz e da boca. Foram então coletadas as temperaturas médias das regiões selecionadas tanto para a inspiração quanto na expiração. O uso da temperatura média nessa pesquisa também se deve aos resultados satisfatórios obtidos em análise prévia.

Para a seleção das imagens do vídeo os seguintes procedimentos foram realizados: todos os vídeos de duração de dois minutos foram divididos em três momentos de 40 segundos e em cada um desses momentos foram selecionadas duas imagens distintas, isto é, uma imagem para a inspiração e uma imagem para a expiração. Foram, portanto, selecionadas seis imagens (três da inspiração e três da expiração) dos vídeos da respiração nasal e seis imagens da respiração oral/oronasal

(três da inspiração e três da expiração), totalizando doze imagens por participante. Portanto, a análise final dos dados foi composta por 240 imagens térmicas.

O critério utilizado para a seleção da melhor imagem da inspiração foi baseado na fisiologia da respiração, sendo a imagem selecionada a que apresentava menor temperatura mínima. De maneira análoga, para a seleção da expiração foi escolhida a imagem que apresentava a maior temperatura máxima dentre as demais. A coleta das temperaturas foi realizada por dois avaliadores independentes, como também foi replicada por um mesmo avaliador para análise da concordância.

Como a técnica de termografia infravermelha mensura a temperatura absoluta, logo é influenciada pela temperatura do indivíduo e pela temperatura local. Para a correção destes fatores foi realizado o cálculo da temperatura adimensional normalizada que consiste em valores quantitativos numéricos que variam entre 0 e 1⁽²¹⁾, para isso, foram mensuradas as temperaturas timpânicas de todas as participantes com um termômetro da marca Prosnubl e modelo NO EFT 161, além disso foram obtidas as temperaturas ambientais da sala no momento do exame para a realização do seguinte cálculo:

$$\theta = \frac{T - T_{\infty}}{T_b - T_{\infty}}$$

Onde θ é a temperatura adimensional corrigida; T a temperatura da superfície avaliada (nariz e boca); T_{∞} a temperatura ambiental da sala no momento do exame e T_b a temperatura timpânica do participante.

Os dados foram analisados utilizando o programa de análise de dados IBM SPSS versão 25. Para testar a distribuição das variáveis contínuas aplicou-se o teste Shapiro-Wilk que indicou uma distribuição não simétrica ($< 0,05$). As comparações

entre as temperaturas adimensionais corrigidas do nariz e da boca na respiração nasal e na respiração oral/oronasal, durante inspiração e expiração e a diferença ΔT (expiração - inspiração) da respiração nasal e oral/oronasal foram feitas por meio do teste de Wilcoxon. Foram coletadas três medidas de temperatura para cada variável estudada, por isso para análise estatística a mediana dessas três medidas foi adotada como o parâmetro analisado ao longo de todo trabalho. O nível de significância adotado foi de 5%.

A análise de concordância intra avaliador e entre avaliadores foi feita por meio do coeficiente de correlação intraclassa (ICC), por se tratar de medidas contínuas. Nessa análise foram utilizados somente os dados de temperatura obtidos pela boca em decorrência dos valores com significância estatística obtidos no presente estudo. Todos as análises realizadas apresentaram concordância desejável, isto é, acima de 0,800 ²¹ (Quadro 1).

Quadro1. Concordância intra e inter avaliadores das temperaturas da boca

		ICC - intra*	ICC 95%	valor p	ICC - inter*	ICC 95%	valor p
Inspiração	RN	0,994	(0,984 - 0,988)	0,000	0,991	(0,978 - 0,997)	0,000
	RO	0,887	(0,714 - 0,955)	0,000	0,922	(0,803 - 0,969)	0,000
Expiração	RN	0,988	(0,970 - 0,995)	0,000	0,990	(0,975 - 0,996)	0,000
	RO	0,899	(0,744 - 0,960)	0,000	0,897	(0,739 - 0,959)	0,000

RN respiração nasal e RO respiração oral/oronasal. ICC coeficiente de correlação intraclassa

*Teste de Wilcoxon

Resultados

Na comparação das temperaturas do nariz entre respiração nasal (RN) e respiração oral/oronasal (RO) tanto na inspiração como na expiração não foram observadas diferenças significativas (Tabela 1). Já na comparação das temperaturas da boca entre a respiração nasal e a respiração oral/oronasal tanto na inspiração quanto na expiração foram obtidas diferenças estatisticamente significativas (Tabela 1), sendo a temperatura da respiração nasal maior.

Tabela 1. Comparação das temperaturas adimensionais corrigidas do nariz e da boca na respiração nasal e na respiração oral/oronasal

Região de Interesse	Inspiração			Expiração		
	RN	RO	Valor p*	RN	RO	Valor p*
Nariz	0,58 (0,45 - 0,64)	0,56 (0,45 - 0,66)	0,520	0,60 (0,48 - 0,68)	0,57 (0,48 - 0,68)	0,654
Boca	0,79 (0,76 - 0,84)	0,66 (0,63 - 0,69)	0,002	0,79 (0,76 - 0,83)	0,68 (0,65 - 0,72)	0,002

RN respiração nasal e RO respiração oral/oronasal

*Teste de Wilcoxon

Na tabela 2 é possível observar a comparação entre as temperaturas do nariz e da boca na inspiração e na expiração. Os valores obtidos no nariz tanto na respiração nasal quanto na respiração oral/oronasal apresentaram diferença sendo os valores da expiração maiores. Já nas medidas realizadas na boca verificou-se diferença com significância estatística apenas durante a respiração oral/oronasal, sendo que as temperaturas na expiração são maiores que na inspiração.

Tabela 2. Comparação das temperaturas adimensionais corrigidas durante inspiração e expiração

Modo respiratório	Região de Interesse	Inspiração	Expiração	valor p*
RN	Nariz	0,58 (0,45 - 0,64)	0,60 (0,48 - 0,68)	0,000
	Boca	0,79 (0,76 - 0,84)	0,79 (0,76 - 0,83)	0,790
RO	Nariz	0,56 (0,45 - 0,66)	0,57 (0,48 - 0,68)	0,022
	Boca	0,66 (0,63 - 0,69)	0,68 (0,65 - 0,72)	0,000

RN respiração nasal e RO respiração oral/oronasal

*Teste de Wilcoxon

Na comparação da diferença de temperatura entre expiração e inspiração (ΔT) na respiração nasal e oral/oronasal percebe-se diferenças com relevância estatística quando comparadas às temperaturas região da boca (tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos ΔT (expiração - inspiração) da respiração nasal e oral/oronasal.

Região de Interesse	ΔT RN	ΔT RO	valor p*
Nariz	0,03 (0,05; 0,01)	0,01 (0,03; 0)	0,053
Boca	0 (0,01; 0)	0,02 (0,05; 0,02)	0,000

 ΔT diferença entre expiração e inspiração; RN respiração nasal e RO respiração oral/oronasal

*Teste de Wilcoxon

Discussão

Os resultados obtidos por meio deste estudo revelam a aplicabilidade da termografia infravermelha para avaliação e classificação do modo respiratório. É importante ressaltar que para análise foi utilizada a temperatura adimensional normalizada que permite a interpretação dos valores térmicos sem a que haja influência metabólica de cada indivíduo, bem como da temperatura ambiental da sala no momento da realização dos testes, fazendo assim, com que os resultados analisados sejam mais fidedignos ⁽²²⁾.

De acordo com os achados podemos considerar que a boca pode ser utilizada como região de interesse (ROI) para análise termográfica do modo respiratório.

Na comparação das temperaturas durante a respiração nasal e respiração oral/oronasal percebe-se diferença com significância estatística quando há a comparação das temperaturas da boca, tanto na inspiração quanto na expiração, sendo que na respiração nasal a temperatura é maior. Esse resultado pode estar associado ao fato de, na respiração nasal não haver qualquer contato com o ar atmosférico, sendo possível manter a temperatura corporal estável da boca. Já na respiração oral/oronasal, a entrada e saída de ar parecem ser capazes de diminuir a temperatura da estrutura.

Também foram observados resultados com relevância estatística para a boca na análise da diferença de temperatura entre expiração e inspiração (ΔT). Nesse caso o ΔT da respiração oral/oronasal se apresentou mais alto que o da respiração nasal, revelando maior fluxo de ar pela boca durante a respiração oral/oronasal.

Na comparação entre as temperaturas da inspiração e da expiração observou-se diferenças estatisticamente significativas nas temperaturas coletadas na boca e no nariz durante a respiração oral/oronasal e nas temperaturas coletadas no nariz durante a respiração nasal. Nas três situações os valores da expiração foram maiores

que na inspiração. Tal fato corrobora a literatura, uma vez que na expiração o ar quente dos pulmões é exalado havendo, portanto, o aquecimento do nariz e da boca, enquanto que na inspiração há o esfriamento do vestíbulo nasal e da boca ^(8,9). Como esperado não foram percebidas diferenças nas temperaturas da boca durante a respiração nasal, uma vez que não houve fluxo de ar pela boca, já que todos os participantes apresentavam vedamento labial, logo a termográfica foi eficaz em detectar as mudanças de temperatura envolvendo a respiração.

Esta pesquisa apresenta grande importância para a prática em Motricidade Orofacial, visto que apresenta uma técnica objetiva, simples, não invasiva e visual para definição do modo respiratório, facilitando a sua avaliação que é muitas vezes subjetiva e desprovida de um procedimento “padrão ouro”. Além disso, sabe-se que a respiração oral é um sintoma frequente na infância ⁽²²⁾, portanto a presença de um equipamento preciso de avaliação rápida do modo respiratório é de grande relevância para a atuação clínica do fonoaudiólogo.

Entretanto, apesar dos resultados satisfatórios, esta pesquisa apresenta algumas limitações. A amostra do estudo é relativamente pequena, isto é, foi composta por vinte participantes correspondendo um total de 240 termogramas, portanto sugere-se novas investigações com um tamanho amostral maior. Além disso para avaliação da respiração oral/oronasal foram coletados dados de sujeitos respiradores nasais simulando esse modo respiratório, portanto não foram utilizados dados de pacientes com diagnóstico multidisciplinar de respiração oral/oronasal.

Esta pesquisa é inovadora e não foram encontrados outros estudos com objetivo semelhante, somente um estudo recente ⁽⁵⁾ que avaliou narizes funcionais de narizes substancialmente obstruídos comparando as temperaturas das narinas com pontuações subjetivas da escala NOSE (Nasal Obstruction Symptom Evaluation) que

avalia sintomas de obstrução nasal ⁽²³⁾. Para futuras pesquisas sugerem-se a composição da amostra com indivíduos respiradores orais e a investigação de ponto de corte nas diferenças de temperatura que possibilite a determinação do modo respiratório por meio da termografia infravermelha.

Conclusão

Foi possível realizar a avaliação termográfica do modo respiratório por meio da comparação das temperaturas médias da boca, usando uma elipse para definição da região de interesse a ser analisada. O cálculo da temperatura adimensional corrigida foi relevante nas análises, uma vez que permitiu corrigir a influência da temperatura ambiental e da temperatura central do indivíduo durante as avaliações termográficas.

Referências bibliográficas:

1. Hitos SF, Arakaki R, Solé D, Weckx LML. Respiração oral e distúrbios da fala em crianças. *J Pediatr*. 2013;89(4):361-65.
2. Costa M, Valentim AF, Becker HMG, Motta AR. Achados da avaliação multiprofissional de crianças respiradoras orais. *Rev CEFAC*. 2015;17(3):864-78.
3. Veron HL, Antunes AG, Milanesi JM, Corrêa ECR. Implications of mouth breathing on the pulmonary function and respiratory muscles. *Rev CEFAC*. 2016 ;18(1):242-51.
4. Melo DL, Santos RVM, Perilo TVC, Becker HMG, Motta AR. Avaliação do respirador oral: uso do espelho de Glatzel e do peak nasal inspiratory flow. *CoDAS*. 2013;25(3):236-41.

5. Jiang S, Chan J, Stupak HD. The use of infrared thermal imaging to determine functional nasal adequacy: a pilot study. *OTO Open*. 2021;5(3):2473974X211045958.
6. Chrzanowski K. Testing thermal imagers. Practical guide. Warsaw: Military University of Technology; 2010.
7. Hu M-H, Zhai G-T, Li D, Fan Y-Z, Chen X-H, Yang X-K. Synergetic use of thermal and visible imaging techniques for contactless and unobtrusive breathing measurement. *J Biomed Opt*. 2017;22(3):36006.
8. Kastl KG, Wiesmiller KM, Lindemann J. Dynamic infrared thermography of the nasal vestibules: a new method. *Rhinology*. 2009;47(1):89-92.
9. Vermeulen S, Barreto M, La Penna F, Prete A, Martella S, Biagiarelli F, et al. Exhaled breath temperature in children: reproducibility and influencing factors. *J Asthma*. 2014;51(7):743-50.
10. Hers V, Corbugy D, Joslet I, Hermant P, Demarteau J, Delhougne B, 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. *J Clin Monit Comput*. 2013;27(5):521–9.
11. Fei J, Pavlidis I, Murthy J. Thermal vision for sleep apnea monitoring. In: Yang GZ, Hawkes D, Rueckert D, Noble A, Taylor C. (org). *Medical image computing and computer-assisted intervention – MICCAI 2009. Lecture notes in Computer Science*, vol 5762. Heidelberg: Springer Berlin; 2009.
12. Lindemann J, Wiesmiller K, Keck T, Kastl K. Dynamic nasal infrared thermography in patients with nasal septal perforations. *Am J Rhinol Allergy*. 2009;23(5):471–4.

13. Goldman LJ. Nasal airflow and thoracoabdominal motion in children using infrared thermographic video processing. *Pediatr Pulmonol.* 2012;47(5):476-86.
14. Klaessens JHGM, Van den Born M, Van der Veen A, Sikkens-van de Kraats J, Van den Dungen FAM, Verdaasdonk RM. 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. *Proceedings of Advanced Biomedical and Clinical Diagnostic Systems XII*; 2014; San Francisco, California, United States: SPIE BiOS; 2014. 89351P.
15. Pereira CB, Heimann K, Venema B, Blazek V, Czaplik M, Leonhardt S. Estimation of respiratory rate from thermal videos of preterm infants. *Proceedings of IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017:3818-21.
16. Procházka A, Charvátová H, Vyšata O, Kopal J, Chambers J. Breathing analysis using thermal and depth imaging camera video records. *Sensors (Basel).* 2017;17(6)pii:E1408.
17. Pereira CB, Yu X, Czaplik M, Blazek V, Venema B, Leonhardt S. Estimation of breathing rate in thermal imaging videos: a pilot study on healthy human subjects. *J Clin Monit Comput.* 2017;31(6):1241-54.
18. Abreu RR, Rocha RL, Lamounier JA, Guerra AFM. Etiologia, manifestações clínicas e alterações presentes nas crianças respiradoras orais. *J Pediatr (Rio J).* 2008;84:529-35.
19. American Academy of Thermology, Brazilian Thermology Association. *Guidelines for Dental-oral and Systemic Health Infrared Thermography – 2019.* edition. *Pan Am J Med Thermol.* 2019;5:41-55.
20. Steketee J. Spectral emissivity of skin and pericardium. *Phys Med Biol.* 1973;18(5):686–94.

21. Miot HA. Análise de concordância em estudos clínicos e experimentais. *Jornal vascular brasileiro*. 2016;15(2):89–92.
22. Bortoletto S, Ferreira TE. Indicadores da respiração oral na educação infantil: contribuições da neurociência. *BJRH*. 2021;4(2):8397-411.
23. Alves S, Lopes I, Ferreira PL, Fonseca L, Malheiro D, Silva A. "NOSE" Validação em português e aplicação na septoplastia. *Rev Port Otorrinolaringol Cir Cerv-Fac*. 2010;48(1):9-14.

Considerações Finais

As pesquisas desenvolvidas são grande importância e aplicabilidade clínica dentro da Fonoaudiologia e da Motricidade Orofacial seus resultados contribuem para avaliação e o diagnóstico do Modo Respiratório.

Os resultados obtidos na primeira etapa (estudo piloto) desta dissertação foram utilizados como subsídio para o desenvolvimento do estudo observacional posterior que obteve achados relevantes.

Em estudos posteriores também pretende-se realizar a comparação entre respiradores nasais e pacientes com diagnóstico multidisciplinar de respiração oral, bem como desenvolver um método automático de detecção do modo respiratório.

As câmeras termográficas são ferramentas promissoras dentro da área e seu uso pode trazer maior precisão nas avaliações, principalmente envolvendo o modo respiratório. Defendemos sua utilização na Fonoaudiologia, assim como já é prática em outros seguimentos da saúde como: Oncologia, Odontologia, Mastologia, Medicina do Esporte, Enfermagem e Fisioterapia.

Anexos

Anexo 1- Resolução do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas



Resolução 07/2020, de 14 de maio de 2020.

Regulamenta as condições para defesa de dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas da Faculdade de Medicina da UFMG.

O Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas da UFMG, no uso de suas atribuições, considerando a necessidade de regulamentar a defesa de dissertação, **RESOLVE:**

Art.1º. O exame de defesa de dissertação poderá ser realizado no período entre 12 (doze) e 24 (vinte e quatro) meses após a data de primeira matrícula do estudante no curso de mestrado em Ciências Fonoaudiológicas da UFMG.

Parágrafo Único: Em casos excepcionais, o estudante com anuência do orientador poderá solicitar um prazo adicional para realização do exame, desde que tal prazo não exceda máximo 3 (três) meses de acordo com normas estabelecidas na resolução específica que regulamenta o pedido de prorrogação da defesa da dissertação.

Art.2º. A defesa de dissertação será pública e far-se-á perante Comissão Examinadora, aprovada pelo Colegiado do Programa, integrada pelo orientador, que a presidirá, e por, pelo menos, 2 (dois) membros com o grau de Doutor ou título equivalente conforme resolução específica para composição da banca de defesa.

§ 1º Em face de justificativa proposta pelo docente orientador, o Colegiado de Curso poderá indicar outro docente para substituí-lo na sessão de defesa.

§ 2º Na hipótese de serem indicados para participar de Comissão Examinadora de dissertação, professores coorientadores não serão considerados para efeito de integralização do número mínimo de componentes previstos.

Art.3º. Para marcação da defesa, o estudante deverá satisfazer às seguintes exigências:

§ 1º. Cumprir o prazo mínimo de 12 (doze) meses e o máximo de 24 (vinte e quatro) a partir da data da matrícula inicial;

§ 2º. Completar, em atividades acadêmicas de Pós-Graduação, o número mínimo de 24 (vinte e quatro) créditos dos núcleos específico e comum conforme exigência do Regulamento do Programa;

§ 3º. Ser aprovado em exame de língua estrangeira, realizado em conformidade com a Resolução pertinente;


Centro de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina - UFMG (CPG)

Av. Professor Alfredo Balena, 190 - sala 533 - Centro
CEP 30130100 - Belo Horizonte - MG - Brasil
cpg@medicina.ufmg.br | tel: +55 31 3409 9641

medicina.ufmg.br



§ 4º. Ser aprovado na disciplina Seminários de Pesquisa em Saúde Funcional I

§ 5º. Aprovação da banca examinadora pelo Colegiado do Programa; 

Art.4º. Nenhum estudante será admitido à defesa de dissertação antes de cumprir o total dos créditos requeridos para obtenção do Diploma ou de atender às exigências previstas no Regulamento do Programa.

Art. 5º Para a realização da defesa, o estudante deverá entregar na secretaria Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas, com antecedência mínima de 30 (trinta) dias, volumes para todos os membros preparados de acordo com normas estabelecidas na resolução específica que regulamenta o formato da dissertação.

Art. 6º A defesa constará de exposição oral do material apresentado pelo aluno, com duração mínima de 30 (trinta) minutos e máxima de 40 (quarenta) minutos, seguida por arguição individual de cada membro da comissão, pelo tempo máximo de 30 (trinta) minutos.

Art. 7º. Cada examinador indicará se o estudante está aprovado ou reprovado na defesa da dissertação. Será considerado aprovado o candidato que obtiver a aprovação unânime da Comissão Examinadora.

Art. 8º. No caso de reprovação da defesa da dissertação, o Colegiado do Programa poderá, mediante proposta justificada da Comissão Examinadora, dar oportunidade ao estudante de apresentar nova versão do trabalho, respeitando-se o prazo máximo de 6 (seis) meses a contar da data da reprovação.

Art.9º. Os casos omissos serão decididos pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação.

Art. 10º. Esta Resolução entra em vigor na data de sua aprovação.

Resolução aprovada pelo Colegiado do Programa em 14 de maio de 2020.

Resolução aprovada pela Câmara de Pós-Graduação em 15 de março de 2021.

Profa. Profa. Sirley Alves da Silva Carvalho

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Fonoaudiológicas

Centro de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina - UFMG (CPG)

Av. Professor Alfredo Balena, 190 - sala 533 - Centro
CEP 30130100 - Belo Horizonte - MG - Brasil
cpg@medicina.ufmg.br | tel: +55 31 3409 9641

medicina.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: POTENCIAL DE APLICAÇÃO DA TERMOGRAFIA NA MOTRICIDADE OROFACIAL

Pesquisador: Andrea Rodrigues Motta

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 32465518.5.0000.5149

Instituição Proponente: Universidade Federal de Minas Gerais

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.532.837

Apresentação do Projeto:

A termografia constitui uma técnica sem contato, não invasiva e não radioativa capaz de captar a faixa de radiação infravermelha não visível emitida por um corpo ou um objeto e convertê-la em informação de temperatura. No Brasil, as pesquisas médicas utilizando esse método têm se concentrado nas áreas da dor, da angilogia, mastologia, oftalmologia e medicina do esporte. Estudos internacionais promissores têm utilizado câmeras termográficas para a análise da temperatura da face, grande parte deles com o objetivo de estudar a função respiratória e os mecanismos fisiopatológicos relacionados a Distúrbio Temporomandibular (DTM). O uso dessa ferramenta dentro da prática clínica fonoaudiológica, especialmente no campo da Motricidade Orofacial, pode se tornar um novo método diagnóstico objetivo garantindo uma intervenção mais eficaz e a comparação da evolução clínica do paciente ao longo do processo terapêutico. Esse estudo observacional transversal tem como objetivo avaliar a utilização da termografia infravermelha na prática clínica em Motricidade Orofacial. Indivíduos com modo respiratório oral e nasal, com e sem sinais e sintomas de DTM, com e sem alterações mastigatórias e de deglutição, avaliados no Laboratório de Termometria da Faculdade de Engenharia da UFMG (LabTerm), antes e após realização de exercícios mioelétricos. A amostra será composta por 240 participantes adultos de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos, alunos e funcionários da UFMG. Os participantes serão divididos em grupos conforme o aspecto analisado. Os critérios de inclusão e

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad S/ 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4502 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 4.532.837

exclusão foram descritos. Inicialmente, todos os participantes serão submetidos a uma avaliação miofuncional orofacial rotineiramente utilizada na prática fonoaudiológica, para caracterização da amostra e alocação nos grupos de estudo. Essa avaliação consistirá na observação da postura corporal, análise da força e da mobilidade das estruturas orofaciais, bem como verificação da morfologia intra e extra-oral e análise das funções estomatognáticas (mastigação, deglutição e fonarticulação). Serão realizadas medições da face, palpação das estruturas e filmagens durante a realização das funções. As mensurações da termometria serão realizadas com a câmera FLIR SC660 (FLIRSystems), de acordo com as recomendações da Academia Americana de Termologia. Os participantes deverão permanecer no local por 15 a 20 minutos antes da medição para estabilização da temperatura, sem exposição direta ao sistema de ventilação. Serão analisados os seguintes parâmetros: respiração, mastigação, deglutição, disfunções temporomandibulares e efeito da mioterapia orofacial. Os dados coletados serão organizados em planilha EXCEL e analisados descritivamente. Análise inferencial será conduzida, sendo selecionados os testes de acordo com a distribuição dos dados.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Desenvolver um protocolo para a utilização da termografia infravermelha dentro da prática clínica em Motricidade Orofacial.

Objetivos Secundários: 1) Desenvolver um protocolo de coleta e análise de dados obtidos pela termografia infravermelha da região orofacial e cervical a ser utilizado para avaliação do modo respiratório, da mastigação, da deglutição e da disfunção temporomandibular. 2) Obter dados da temperatura cutânea da região da face, por meio da termografia infravermelha, e comparar os achados, em indivíduos com: modo respiratório oral e modo respiratório nasal, presença e ausência de alterações mastigatórias, da deglutição, de sinais e sintomas de disfunção temporomandibular, antes e após a realização de exercícios de mioterapia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: pode ocorrer constrangimento durante o exame, como também o desconforto de sentir cansaço na musculatura da face após a realização dos exercícios. Todo o cuidado será tomado para monitoramento do tempo de execução dos exercícios de modo a evitar a fadiga do participante. Os participantes terão plena liberdade de desistir em qualquer momento da pesquisa sem nenhum prejuízo. Terão seus dados mantidos em sigilo e com acesso restrito dos pesquisadores.

Benefícios: os benefícios serão indiretos, pois os resultados da pesquisa poderão contribuir para o desenvolvimento de uma nova técnica diagnóstica que pode beneficiar os atendimentos prestados

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad S/N 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 4.532.837

à população na área da Motricidade Orofacial.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O parecer consubstanciado da Câmara Departamental manifesta a relevância e exequibilidade do projeto, ressaltando sua clareza e boa fundamentação teórica. A equipe envolvida no estudo possui domínio do tema da pesquisa e arcará com os custos do projeto. A coleta de dados será realizada no Laboratório de Termometria da Faculdade de Engenharia da UFMG (Lab Term). Os procedimentos empregados serão: I) Avaliação da respiração - serão avaliados 30 participantes respiradores nasais, duas vezes: uma, respirando pelo nariz, e outra, simulando respiração pela boca. Participarão ainda 30 indivíduos com queixa de respiração bucal; II) Avaliação da mastigação - serão avaliados 30 indivíduos sem alterações mastigatórias duas vezes (uma mastigando habitualmente e outra simulando alteração mastigatória) e 30 participantes com alterações mastigatórias. Será fornecido a cada participante um alimento sólido e será gravada a execução da atividade por termocâmeras; III) Avaliação da deglutição - participarão 30 indivíduos sem alterações na deglutição, duas vezes (uma deglutindo habitualmente e outra simulando alteração na deglutição) e 30 participantes com alterações na deglutição. Serão oferecidos a cada participante 200 ml de líquido (água) e um alimento sólido e será gravada a execução da atividade por termocâmeras; IV) Avaliação das disfunções temporomandibulares musculares - participarão 30 indivíduos sem DTM, duas vezes (uma realizando habitualmente os movimentos mandibulares e outra simulando alteração no movimento mandibular) e 30 participantes com DTM muscular. Serão realizados os seguintes movimentos mandibulares: abertura e fechamento, protrusão e excursão lateral (direita e esquerda) e será gravada a execução das atividades por termocâmeras. Todos sujeitos selecionados para o estudo participarão da fase de avaliação do efeito da mioterapia orofacial, por meio da termografia antes e após a realização, de forma randomizada, de 3 séries de 10 segundos de exercícios isométricos para língua, lábios e bochechas. Em cada etapa do experimento, as imagens obtidas e os valores de temperatura encontrados serão comparados.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Este parecer foi elaborado com base nos seguintes documentos, anexados à Plataforma Brasil: Folha de rosto devidamente preenchida e assinada pelo coordenador da pesquisa e pelo diretor da Faculdade de Medicina da UFMG; Parecer consubstanciado da Câmara Departamental assinado e carimbado; Informações Básicas do Projeto de Pesquisa Plataforma Brasil; Projeto de pesquisa completo; Anuência do LabTerm; TCLEs individualizados para todos os grupos a serem estudados.

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad S/N 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4562 E-mail: coesp@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 4.532.037

Cartas-resposta às diligências datada de 03/12/2020 e de 07/02/2021. Em resposta à diligência que solicitou anuências da GEP/HC e do setor

envolvido da Faculdade de Odontologia da UFMG, os autores optaram por excluir o grupo de participantes com disfunção velofaríngea que seriam recrutados nesses setores, e realizaram as modificações na amostra e no desenho dos grupos de estudo. O

cronograma da pesquisa foi ajustado para início da coleta de dados, após a aprovação pelo CEP. Foi incluída a informação de que os participantes (alunos e funcionários da Universidade Federal de Minas Gerais) serão recrutados, por meio de cartazes nas unidades e contato com as assessorias de comunicação, solicitando divulgação da pesquisa. Essa informação e as demais modificações foram incluídas no projeto de pesquisa.

Recomendações:

Não há recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que as pendências listadas no último parecer foram satisfatoriamente respondidas, s.m.j., somos favoráveis à aprovação do projeto de pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1236685.pdf	07/02/2021 20:51:02		Aceito
Outros	Carta_3_resposta_COEP.pdf	07/02/2021 20:50:38	Andrea Rodrigues Motta	Aceito
Brochura Pesquisa	COEP_2021.pdf	07/02/2021 20:49:05	Andrea Rodrigues Motta	Aceito
Outros	Carta_2_resposta_COEP.pdf	03/12/2020 22:02:54	Andrea Rodrigues Motta	Aceito
Outros	Carta_resposta_COEP.pdf	02/10/2020	Andrea Rodrigues	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad S/N 2005
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE
 Telefone: (31)3409-4502 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Anexo 3- Protocolo de Anamnese Para Avaliação do Modo Respiratório

Parâmetros	Sim	Não
Sinais maiores		
Ronca		
Dorme com a boca aberta		
Baba no travesseiro		
Queixa-se de nariz entupido diariamente		
Sinais menores		
Coceira no nariz		
Queixa de nariz entupido esporádica		
Dificuldade respiratória noturna ou sono agitado		
Sonolência durante o dia		
Irritabilidade durante o dia		
Dificuldade ou demora ao engolir os alimentos		
Mais de três episódios de infecção de garganta, ouvido ou sinusite (comprovada por médico) nos últimos 12 meses		
Dificuldade no aprendizado escolar ou repetência		

* Considerou-se como respiradoras orais as crianças que apresentaram dois sinais maiores ou um sinal maior associado a dois ou mais sinais menores no momento da consulta pediátrica.

Anexo 4- Orientações para os participantes

Orientações para o exame

TERMOGRAFIA INFRAVERMELHO

NO DIA DO EXAME

1. Não usar nada que cubra a pele – creme hidratante, loção pós barba, protetor solar, maquiagem, pomadas;
2. Não lavar o cabelo, não usar secador ou chapinha no dia do exame;
3. Não fazer a barba;
4. Não usar touca, chapéu, arco ou bandagens de qualquer tipo;

DUAS HORAS ANTES DO EXAME

1. Não tomar banho;
2. Não lavar o rosto com água quente;
3. Beber somente água em temperatura ambiente;
4. Não falar ao telefone ou usar fone;
5. Não mastigar chicletes.

QUATRO HORAS ANTES DO EXAME

1. Não fumar ou beber café.

24 HORAS ANTES DO EXAME

1. Não fazer massagem, manipulação, acupuntura, sauna, TENS, laser, ozônioterapia;
2. Suspende os medicamentos que sejam possíveis;
3. Não ingerir bebida alcoólica.

VESTIMENTA

1. Sapato confortável – iremos tirá-lo para a realização do exame;
2. Será necessário tirar a camisa para fazer o exame;
3. Top ou sutiã de alça fina, pois iremos abaixá-las para a realização do exame (mulheres);
4. Levar um passador ou uma piranha para prender o cabelo (mulheres);
5. Caso você use brincos ou piercing na hora do teste será necessário retirá-los

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES

1. Na hora da coleta você deverá tirar máscara. Para sua segurança todos na sala estarão devidamente paramentados. Os testes durarão poucos minutos;
2. Você ficará na sala durante 15 minutos antes dos testes para a estabilização da temperatura corporal. Também iremos medir sua temperatura com um termômetro timpânico posicionado no conduto auditivo externo.

AGRADECEMOS SUA PARTICIPAÇÃO!

Apêndice 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (participante com respiração nasal)

Título da Pesquisa: “Potencial de Aplicação da Termografia na Motricidade Orofacial”

Prezado Senhor(a),

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que tem como objetivo analisar algumas estruturas da face, além da função de respiração e de movimentos dos lábios, língua e das bochechas por meio da técnica de termografia infravermelha. Sua participação neste estudo é muito importante e voluntária, no entanto você poderá recusar-se a permanecer no estudo a qualquer momento, sem nenhum tipo de constrangimento, penalidades ou coerção.

1. Procedimentos da Pesquisa

Para participar solicito a sua autorização para a realização de algumas tarefas, medições, bem como de registro de imagens e vídeos térmicos da sua face. Os testes consistem 1) na realização de uma avaliação das estruturas e funções da boca (mastigação, deglutição, respiração e fala) que demora em média 30 minutos. Nessa etapa avaliaremos com as mãos sua boca, dentes e músculos da face, sempre usando luvas. Você deverá também realizar alguns movimentos com lábios, língua e mandíbula além de ser necessário comer um pão de queijo, beber água e falar algumas palavras e frases. 2) Serão também realizados, por meio de termocâmeras, registros da sua respiração só pela boca e só pelo nariz. Também será registrada com termocâmeras a realização de exercícios com a língua, exercícios com os lábios e exercícios com as bochechas. Termocâmeras são câmeras especiais que captam a faixa de radiação infravermelha, não observada a olho nu, emitida pelo corpo. Essa etapa deverá demorar 10 minutos. No dia da avaliação será necessário que você esteja com a pele limpa, livre de qualquer loção, creme, maquiagem, protetor solar. Você também não poderá ter usado analgésico tópico por um período de oito horas anteriores ao exame. Você não poderá expor a região da face à água quente por um período mínimo de duas horas antes do exame. Produtos à base de nicotina e cafeína não devem ser utilizados por no mínimo quatro horas prévias ao exame. A coleta será realizada em uma sala com temperatura controlada por volta de 21°C. Você deverá permanecer no local cerca de 20 minutos antes das medições para estabilização da temperatura corporal.

Rubrica do participante da pesquisa

Rubrica do pesquisador

1. Riscos e desconfortos

Conforme Resolução 466/2012, o risco do estudo é mínimo e pode ocorrer devido a algum constrangimento no decorrer do exame clínico, desconforto devido a temperatura da sala durante registro termográfico e/ou também pelo fato de sentir cansaço na musculatura da face após a realização dos movimentos. Todo o cuidado será tomado para monitorização do tempo e da frequência de execução dos exercícios de modo a evitar a fadiga. Entretanto, caso haja qualquer forma de desconforto, os avaliadores interromperão a coleta de dados. Caso apresente alterações nas estruturas e/ou funções avaliadas durante os testes você será encaminhado para avaliação e tratamento específicos. Você também poderá cancelar sua participação a qualquer momento da pesquisa sem perda de nenhum dos seus benefícios e sem nenhum prejuízo.

3. Confidencialidade

A sua identidade será preservada e mantida em sigilo. Os resultados da pesquisa serão apresentados de forma coletiva, ou seja, referentes a um grupo e não a uma pessoa, portanto, não será possível identificá-lo profissionalmente e/ou pessoalmente, em publicações referentes a esse estudo. Esta pesquisa tem um caráter estritamente científico e, portanto, confidencial. Você receberá um código e não será reconhecido por seu nome, mas pelo código, o que garante a confidencialidade dos seus dados. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de até 10 (dez) anos na sala 291 da Faculdade de Medicina da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

4. Benefícios

Caso aceite participar, você estará contribuindo para o desenvolvimento de um novo método de avaliação e diagnóstico objetivo dentro da Fonoaudiologia que pode contribuir diretamente para a melhoria do processo terapêutico.

5. Custos/Reembolso

Você não terá nenhum gasto com a sua participação no estudo e também não receberá nenhum tipo de pagamento pelo mesmo.

Rubrica do participante da pesquisa

Rubrica do pesquisador

1. Garantia de esclarecimento:

Você tem o direito de receber informações acerca da pesquisa e dos procedimentos que serão realizados em qualquer momento do estudo e, em caso de dúvidas em

relação à pesquisa, poderá entrar em contato com as pesquisadoras Andréa Rodrigues Motta, Renata Maria Moreira Moraes Furlan e Yasmim Carvalho Telson pelo telefone (31) 3409-9791 ou e-mail: andreamotta@ufmg.br. Em caso de dúvidas em relação aos aspectos éticos da pesquisa, você poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG, situado à Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901. E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: (31)3409-4592.

2. Direito de recusa:

A sua participação é voluntária, portanto, pode recusar a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem qualquer penalização ou prejuízo.

3. Ressarcimento e indenização:

Serão cobertas as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela decorrentes. Caso tenha algum gasto para se deslocar até o local da coleta, você será reembolsado. Também é garantida indenização diante de eventuais danos.

CONSENTIMENTO: Declaro que li e entendi as informações acima e que todas as dúvidas referentes à minha participação neste estudo foram esclarecidas. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas. Desta forma, eu _____ concordo em participar desse estudo.

() Autorizo a gravação e utilização de imagem e vídeos termográficas para os fins da pesquisa.

() Concordo que o meus registros possam ser utilizados em outras pesquisa, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

Belo Horizonte, ___/ ___/ ____.

Assinatura do voluntário

Assinatura do pesquisador