



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA DE PROCESSOS



ÁREA DE CONCENTRAÇÃO:
DESENVOLVIMENTO DE PROCESSOS

**OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO PARA AQUISIÇÃO
DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS DA FACE**

FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR

Campina Grande, Paraíba

Junho - 2018

OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS DA FACE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) em cumprimento às exigências para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Processos.

ORIENTADORES:

Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva

Prof. Dr. Juscelino de Farias Maribondo

Campina Grande, Paraíba

Junho 2018

A298o

Aires Júnior, Fernando Antonio de Farias.

Otimização do processo metodológico para aquisição de imagens termográficas da face / Fernando Antonio de Farias Aires Júnior. – Campina Grande, 2018.

96 f.: il. color.

Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, 2018.

"Orientação: Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva, Prof. Dr. Juscelino de Farias Maribondo".

Referências.

1. Termografia. 2. Processo Metodológico. 3. Face. 4. Temperatura do Túnel do Cérebro. I. Silva, Osvaldo Soares da. II. Maribondo, Juscelino de Farias. III. Título.

CDU 62:772.96(043)

FICHA CATALOGRAFICA ELABORADA PELO BIBLIOTECARIA ITAPUANA SOARES DIAS CRB = 15/93

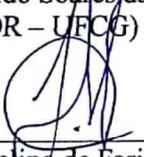
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS

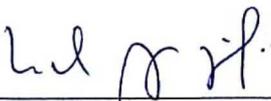
FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR

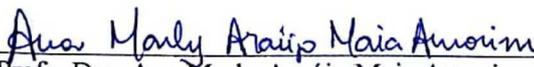
OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO PARA AQUISIÇÃO DE
IMAGENS TERMOGRÁFICAS DA FACE

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Osvaldo Soares da Silva
(ORIENTADOR – UFCG)

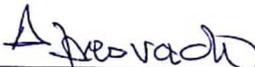

Prof. Dr. Juscelino de Farias Maribondo
(ORIENTADOR – UFCG)

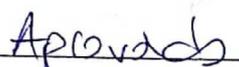

Prof. Dr. Marcelo Bezerra Grilo
(EXAMINADOR – UFCG)


Profa. Dra. Ana Marly Araújo Maia Amorim
(EXAMINADORA – UEPB)


Profa. Dra. Nadja Maria da Silva Oliveira Brito
(EXAMINADORA – UEPB)

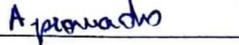
PARECER


Aprovado


Aprovado


Aprovado


Aprovado


Aprovado

DEDICATÓRIA

À minha estimada e querida família, aos meus orientadores e aos meus amigos por todo incentivo, estímulo e apoio durante esta jornada tão emocionante e cheia de descobertas que mudará para sempre a minha vida.

AGRADECIMENTOS

À **Deus**, pois nada seria possível sem Ele.

Aos meus Orientadores **Professor Doutor Osvaldo Soares da Silva e Professor Doutor Juscelino de Farias Maribondo** pela paciência, confiança e oportunidade em aprender mais um pouco, não apenas academicamente, mas também pelos exemplos inspiradores de pessoas e profissionais que são.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da UFCG** na pessoa do **Professor Doutor Antonio Gilson Barbosa de Lima**, pela disponibilidade em sempre poder me atender e pela oportunidade de me qualificar profissionalmente por este honrado Programa de Pós-Graduação.

Aos **Professores Doutores Marcelo Bezerra Grilo, Ana Marly Araújo Maia Amorim e Nadja Maria da Silva Oliveira Brito**, membros da banca examinadora, pela disponibilidade e pelas contribuições para o melhor êxito deste trabalho e meu crescimento pessoal e profissional.

Aos meus avós, **José Matias** (*in memoriam*), **Alzira** (*in memoriam*), **Abdias** (*in memoriam*) e **Terezinha** (*in memoriam*) pelos ensinamentos e exemplos que foram na minha vida. Sem a presença de vocês na formação do meu caráter, certamente não teria chegado até aqui.

À minha mãe, **Marlene** e à minha irmã, **Sarah Raquel**, por sempre estarem ao meu lado, sendo meu porto seguro e minha referência de família.

À minha amiga, namorada, companheira, esposa e cúmplice na vida, **Lidiane**, por todo apoio, paciência, doação e renúncia que ela passou comigo para que este momento fosse possível.

Ao meu amado filho **Fernando Henrique**, que está a caminho, por ter me dado um novo e o melhor sentido à minha vida.

Aos meus tios, **Professor Doutor Juarez e Professora Doutora Kalina**, colegas de doutorado, pelo apoio constante durante esta caminhada.

Ao amigo e ex-aluno, **Professor Doutor Daniel Campos**, pelo apoio, possibilitando meu ingresso neste doutorado quando me apresentou ao Prof. Osvaldo.

Ao amigo **Professor Doutor João Hugo Campos**, pela ajuda com o tratamento estatístico dos dados desta pesquisa.

À amiga **Socorro Sousa**, por tantos esclarecimentos junto ao Código de Ética Pesquisa.

Aos membros e amigos do Laboratório de Engenharia e Segurança do Trabalho (L.E.E.S.T.), uma equipe fantástica. Muito obrigado pela parceria e disponibilidade para que este trabalho fosse realizado.

Aos meus familiares, amigos e colegas de profissão que sempre me deram apoio e incentivo. Que compreenderam minha ausência em algumas ocasiões para que este momento se concretizasse.

Enfim, a todos vocês que estiveram junto comigo nesta caminhada. Essa conquista também é de vocês!!!

***“Esqueça tudo que acha que sabe.
Esqueça tudo que acha que conhece.”***
(Do Filme Dr. Estranho.)

“O que é novo assusta, mas o novo também é desafiador!”
(Fernando A. F. Aires Jr.)

AIRES JÚNIOR, F.A.F. **OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS DA FACE**. 2017. 96f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo otimizar o processo metodológico para aquisição de imagens termográficas da face. A metodologia utilizada consistiu na captação de imagens termográficas da face que contou com uma amostra de 10 indivíduos (7 mulheres e 3 homens), com idade entre 18 e 34 anos ($dp = 4,45$). A coleta de dados foi realizada no Laboratório de Ergonomia e Segurança do Trabalho da Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal de Campina Grande (L.E.E.S.T – UAEM/CCT/UFCG). Captou-se imagens termográficas a partir do monitoramento e controle de variáveis como emissividade (Pele humana $\epsilon=0,98$), umidade relativa do ar (entre 40% e 60%), temperatura média do ambiente de estudo em $22,19^{\circ}\text{C}$ ($dp = 0,49$) para 8 cenários combinando o enquadramento (vertical e horizontal), isolamento térmico (com e sem) e equalização dos indivíduos (com e sem), Temperatura Aparente Refletida a distância de 0,5 m entre a máquina termográfica e a face do indivíduo. Tomou-se como parâmetro de referência para comparação a Temperatura do Túnel do Cérebro (*BTT*). As imagens captadas foram analisadas no *software Flir Tools* (v.5.12.17041.2002) e os dados tabulados no *software Excel 2016* com intervalo de confiança de 95% ($p= 0,05$). Foi observado que as imagens captadas com o enquadramento vertical associado ao isolamento térmico apresentaram registros de temperatura otimizados (com aumento) em relação aos exames captados com enquadramento horizontal e sem isolamento. A Temperatura Aparente Refletida exibiu alteração em relação à presença do isolamento térmico. Conclui-se que o ajuste do enquadramento, o isolamento térmico em torno da face e o registro da Temperatura Aparente Refletidas são importantes no que tange a produção de termogramas com registros de temperatura otimizados.

Palavras-chave: Termografia. Processo metodológico. Face. Temperatura do túnel do cérebro.

AIRES JÚNIOR, F.A.F. OPTIMIZATION OF THE METHODOLOGICAL PROCESS FOR THE ACQUISITION OF THERMOGRAPHIC IMAGES OF THE FACE. 2017. 96f. Thesis (Doctorate in Process Engineering - Federal University of Campina Grande, Campina Grande, 2017.

ABSTRACT

This study aims to optimize the methodological process for the acquisition of facial thermographic images. The methodology used consisted of the acquisition of facial thermographic images in a sample of 10 volunteers (7 women and 3 men), aged between 18 and 34 years (SD = 4.45). Data collection was performed at the Laboratory of Ergonomics and Occupational Safety of the Center of Sciences and Technology of the Federal University of Campina Grande (L.E.E.S.T – UAEM/CCT/UFCG). Thermographic images were obtained by monitoring and controlling variables such as emissivity (human skin $\epsilon = 0.98$), relative humidity (between 40% and 60%), mean temperature of the study environment at 22.19 ° C (dp = 0.49) for 8 scenarios combining framing (vertical and horizontal), with and without thermal insulation / equalization of the individuals, Apparent Temperature Reflected at a distance of 0.5 m between the thermographic camera and the face of the individual. The Brain Tunnel Temperature (BTT) was used as the reference parameter for comparison. The captured images were analyzed in Flir Tools (v.5.12.17041.2002) and the data analyzed in Excel 2016 software with a 95% confidence interval ($p = 0.05$). It was observed that the images captured with the vertical framing associated to the thermal insulation showed optimized temperature registers (with increase) when compared to those captured with horizontal framing and without insulation. The Reflected Apparent Temperature exhibited alteration in relation to the presence of the thermal insulation. It can be concluded that the adjustment of the frame, the thermal insulation around the face and the record of the Reflected Apparent Temperature are important for the production of thermograms with optimized temperature registers.

Keywords: Thermography. Methodological process. Face. Brain tunnel temperature.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	Visão parcial dos músculos mastigatórios, ATM, músculos posturais e do pescoço	25
FIGURA 2	Classificação das dores orofaciais	27
FIGURA 3	Imagem termográfica destacando BTT (regiões esbranquiçadas)	32
FIGURA 4	Desenho esquemático da vascularização ocular	33
FIGURA 5	Distribuição da Radiação incidente (E_i), absorvida (E_a), refletida (E_r) e transmitida (E_t) num corpo	34
FIGURA 6	Curvas de Planck para cinco temperaturas distintas	36
FIGURA 7	Curva de deslocamento de Wien, associada a 5 comprimentos de onda diferentes	37
FIGURA 8	Faixas dos espectros eletromagnéticos e seus respectivos comprimentos de ondas	40
FIGURA 9	Exemplos de aplicação da Termografia na engenharia e na área de saúde	42
FIGURA 10	Termograma da face (Enquadramento vertical)	44
FIGURA 11	Termograma da face (Enquadramento horizontal)	44
FIGURA 12	Elementos da atividade 01	48
FIGURA 13	Elementos da atividade 02	49
FIGURA 14	Elementos da atividade 03	49
FIGURA 15	Elementos da atividade 04	50
FIGURA 16	Elementos da atividade 05	51
FIGURA 17	Máquina termográfica T620 (FLIR) (vista frontal)	52
FIGURA 18	Máquina termográfica T620 (FLIR). (Vista lateral)	52
FIGURA 19	Tripé (montado)	52
FIGURA 20	Termohigrômetro	53
FIGURA 21	Trena laser	53
FIGURA 22	Fita métrica (detalhe)	53
FIGURA 23	Banco giratório	54
FIGURA 24	Folha de alumínio montada	54
FIGURA 25	Nicho de isolamento térmico	55
FIGURA 26	Elementos da atividade 06	55
FIGURA 27	Esquema de captação de imagens da face (Plano frontal)	57

FIGURA 28	Elementos da atividade 07	58
FIGURA 29	Posicionamento do indivíduo para captação de imagem frontal sem isolamento (vista lateral)	59
FIGURA 30	Posicionamento do indivíduo para captação de imagem frontal com isolamento (vista lateral)	59
FIGURA 31	Medição da Temperatura Aparente Refletida (T.A.R)	60
FIGURA 32	Elementos da atividade 08	60
FIGURA 33	Posicionamento da MGPAT sobre as imagens termográficas	61
FIGURA 34	Diferentes fases da utilização da isoterma	62
FIGURA 35	Desenho de representação do enquadramento adequado	67
FIGURA 36	Imagem com enquadramento horizontal	67
FIGURA 37	Imagem com enquadramento vertical	68

QUADROS

QUADRO 1	Variáveis monitoradas e controladas na metodologia de vários autores	45
QUADRO 2	Fluxo de procedimento metodológico	48
QUADRO 3	Cenários em que foram realizados os exames termográficos	57
QUADRO 4	Registro das <i>BTT</i> com Média e Desvio-Padrão	64

TABELAS

TABELA 1	Faixas dos espectros eletromagnéticos e seus respectivos comprimentos de ondas	40
----------	--	----

GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Relação entre a <i>BTT</i> X cenários em enquadramentos (SISE e SICE)	65
GRÁFICO 2	Relação entre a <i>BTT</i> X cenários e enquadramentos (todos os cenários)	69
GRÁFICO 3	Relação entre a <i>BTT</i> X cenários e enquadramentos (todos os cenários)	69
GRÁFICO 4	Relação entre a <i>BTT</i> X cenários e enquadramentos (destaque para os enquadramentos)	71
GRÁFICO 5	Relação entre a Temperatura Aparente Refletida X cenários e enquadramentos	73
GRÁFICO 6	Relação entre a <i>BTT</i> X cenários e enquadramentos (todos os cenários)	75

SIGLAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BTT - *Brain Tunnel Temperature* (Temperatura do Túnel do Cérebro)

CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CCT – Centro de Ciências e Tecnologia

CICE - Com Isolamento Com Equalização

CISE - Com Isolamento Sem Equalização

CFO - Conselho Federal de Odontologia

EPS - Poliestireno Expandido

E.V.A - Etileno Acetato de Vinila

FLIR - *Foward Looking Infra Red*

JPEG - *Joint Photographics Experts Group*

LEEST - Laboratório de Engenharia e Segurança do Trabalho

MGPAT - Malha Graduada Para Análise Termográfica

ROI - *Region of Interest*. (Região de Interesse)

SICE - Sem Isolamento Com Equalização

SISE - Sem Isolamento Sem Equalização

T.A.R. - Temperatura Aparente Refletida

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TMO -Temperatura Máxima Ocular

UAEM – Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica

UEPB - Universidade Estadual da Paraíba

UFCG - Universidade Federal de Campina Grande

SÍMBOLOS

K - Kelvin

°C - Grau Celsius

θ - Temperatura adimensional

$\Delta\theta$ - Gradiente conjugado normalizado

α - Radiação absorvida

ρ - Radiação refletida

τ - Radiação transmitida

ϵ - Emissividade

μm - Micrômetro

σ - Constante de Stefan ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$)

$W\lambda b$ - Emitância radiante espectral do corpo negro a comprimento de onda λ

c - Velocidade da luz ($3 \times 10^8 \text{ m/s}$)

h - Constante de Planck ($6,625 \times 10^{-34} \text{ Ws}^2$)

k - Constante de Boltzmann ($1,4 \times 10^{-23} \text{ Ws/K}$)

T - Temperatura absoluta (K) de um corpo negro

λ - Comprimento de onda de radiação (μm)

SUMÁRIO

CAPÍTULO I

1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA	19
1.1 Introdução	19
1.2 Objetivo Geral	22
1.3 Objetivos específicos	22
1.4 Justificativa	22
1.5 Delimitação do trabalho	23
1.6 Estrutura do trabalho	24

CAPÍTULO II

2 DOR OROFACIAL, IMPLICAÇÕES PATOLÓGICAS, TEMPERATURA CORPORAL, RADIAÇÃO TÉRMICA, TERMOGRAFIA E SUAS APLICAÇÕES	25
2.1 Dor orofacial e Disfunção Temporomandibular (DTM)	25
2.2 Considerações acerca da temperatura corporal	29
2.3 Radiação térmica e Termografia	34
2.4 Termografia e suas aplicações	34
2.5 Metodologias utilizadas para aplicação da Termografia em seres Humanos	42

CAPÍTULO III

3 METODOLOGIA	47
3.1 Caracterização da pesquisa	47
3.2 Desenvolvimento do procedimento metodológico	47
3.2.1 Estabelecimento dos sujeitos da pesquisa	48
3.2.2 Definição da amostra dos sujeitos	49
3.2.3 Definição das variáveis dos testes termográficos	49
3.2.4 Preparo do ambiente para a coleta de dados	50
3.2.5 Preparo dos equipamentos para coleta de dados	51
3.2.6 Preparo dos sujeitos para a coleta de dados	55
3.2.7 Coleta de dados	58
3.2.8 Análise dos dados	60

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	63
4.1 Influência da transferência de calor entre o ambiente e os indivíduos durante a equalização	64
4.2 Influência do enquadramento da máquina termográfica durante a execução do exame da face	66
4.3 Influência do isolamento térmico na captação das imagens termográficas da Face	70
4.4 Relação entre na temperatura refletida antes da realização do exame termográfico e os cenários propostos	72
4.5 Verificando o cenário mais adequado e mais preciso para a produção de termogramas da face	74

CAPÍTULO V

5 CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE	
ANEXOS	

CAPÍTULO I

1 DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

1.1 Introdução

A Termografia atualmente é definida como uma técnica de captação de ondas infravermelhas que os corpos emitem, proporcionando a geração de um termograma ou de uma imagem térmica. A técnica é não invasiva, de fácil aplicação e obtida por meio da utilização de equipamentos denominados: termovisores ou câmeras termográficas. Estas câmeras termográficas são equipadas com lentes especiais e sensores elétricos que captam a emissão da radiação infravermelha, produzindo uma imagem que reproduz a escrita térmica de um corpo ou objeto, a qual é possível observar e analisar áreas com maior ou menor emissão de calor radiante de forma distinta. (BRIOSCHI, 2011; SILVA, 2012; DELGADO, 2013; HADDAD, 2014; RAJMANOVA *et al*, 2015).

Do ponto de vista físico, todo ser vivo ou inanimado emite e absorve radiação infravermelha se estiver acima de 0°K de temperatura. (SILVA, 2012). No corpo humano não é diferente, a inflamação localizada promove um aumento no fluxo de calor e, conseqüentemente, na emissão de radiação infravermelha que apresentam comprimento e frequência de ondas específicas que são invisíveis ao olho humano, mas que podem ser observadas mediante utilização da Termografia. (BARDHAN *et al*, 2015).

O aumento da temperatura provoca a agitação das moléculas que formam os corpos. Tal agitação provoca a emissão de radiação infravermelha, que se encontra numa faixa do espectro eletromagnético invisível ao olho humano. (BARDHAN *et al*, 2015; HADADD, 2015).

No processo inflamatório, o aumento da temperatura local norteia o examinador para que se conheça o local exato de origem da dor. No entanto, esta variação de temperatura nem sempre é informada pelo indivíduo, porque ele não reporta desconforto, além do que o examinador não consegue visualizar esta variação de temperatura. (BRIOSCHI, 2011; BALBINOT, 2006).

Geralmente a dor é o motivo mais comum que leva o indivíduo a procurar o serviço de saúde. Em se tratando de dores orofaciais não é diferente. Fisiologicamente, a dor é definida como uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada ou não à lesão tecidual.

(MACIEL *et al*, 2016; BALBINOT, 2006; BONICA, 1990). Não raramente, a dor é acompanhada é a manifestação de um quadro inflamatório caracterizado pela presença do aumento da temperatura, associando o rubor, tumor e perda de função que, dependendo da intensidade, podem ser observados durante a realização do exame clínico. (ROBIM e CONTRAN, 2004; CÂMARA, 2013).

A Odontologia é uma profissão reconhecida e consolidada como responsável pela promoção, prevenção, diagnóstico e tratamento das patologias e complicações que afetam o sistema estomatognático. A evolução tecnológica tem contribuído bastante, possibilitando o surgimento de exames, diagnósticos e técnicas cirúrgicas mais eficientes.

A utilização da Termografia apresenta grande potencial para auxiliar os profissionais de Odontologia e de outras áreas da saúde na determinação de diagnósticos mais precisos nas dores orofaciais de origem muscular. (HADADD, 2011; SALVADOR *et al*, 2014; RAJMANOVA *et al*, 2015).

Entre as especialidades recentes, tem-se a Disfunção temporomandibular e dor Orofacial. Embora pareça autoexplicativo, a definição desta é bem mais abrangente do que se imagina, pois procura agregar e relacionar conhecimentos de várias outras áreas como a Medicina e a Fisioterapia. Segundo o Conselho Federal de Odontologia (CFO, 2012) é definida como a especialidade que tem por objetivo promover e desenvolver uma base de conhecimentos científicos para melhor compreensão do diagnóstico e no tratamento das dores e distúrbios do sistema mastigatório, região orofacial e estruturas relacionadas.

O exame clínico bem orientado é, por excelência, o exame para o diagnóstico das dores orofaciais. Entretanto, há formas de auxiliar e tornar o exame clínico bem mais confiável com a aplicação de técnicas, identificando sinais que nem sempre são percebidos durante o exame clínico (CHOI *et al.*, 2013; DIBAI-FILHO, 2012; BRIOSCHI, 2011).

A Odontologia, em relação às outras áreas de estudo da saúde, apresenta estudos incipientes acerca da aplicação da Termografia, especialmente como um exame complementar de diagnóstico. De maneira análoga, o potencial de utilização com sucesso da Termografia na área odontológica se mostra promissor, considerando as dores orofaciais que podem apresentar alteração na temperatura na região afetada e nem sempre observada pelo examinador ou reportada pelo indivíduo. (HADDAD, 2011; HADDAD, 2014; RAJMANOVA *et al*, 2015).

Ainda são poucos os pesquisadores que têm direcionado as pesquisas em Termografia no campo da saúde humana, considerando outras variáveis que podem influenciar a produção

de termogramas adequados a fim de servir como exame complementar de diagnóstico. Variáveis como a emissividade, temperatura do ambiente, velocidade do ar, tempo de equalização da temperatura do indivíduo com o ambiente, a dimensão da sala onde o exame é realizado, isolamento térmico em torno da área examinada, enquadramento do objeto a ser termografado, a distância entre o indivíduo e o equipamento termográfico, umidade relativa do ar no ambiente e temperatura refletida.

O aprimoramento das técnicas de captação de imagens termográficas, a partir do ajuste, monitoramento e controle de variáveis e situações que permitam a reprodução o mais fiel possível da área examinada é condição importante para proporcionar a produção de termogramas que informem os dados e as condições reais da região examinada.

Com a perspectiva de aperfeiçoar a utilização da Termografia no campo da saúde humana, alguns autores têm apresentado inúmeras metodologias, com o objetivo de produzir termogramas adequados para análise diagnóstica mais segura. (HADDAD, 2011; BRIOSCHI, 2011; BALBINOT, 2012; ROSSIGNOLLI *et al*, 2016).

Para tanto, faz-se necessário verificar e aprimorar a metodologia e os processos de captação de imagens termográficas em seres humanos a partir da compreensão, entendimento e aplicação de princípios físicos estabelecidos como a radiação térmica para a produção de termogramas cada vez mais confiáveis no que tange ao acompanhamento e diagnóstico de alterações fisiológicas ou patológicas.

A hipótese que norteia este trabalho é que a inclusão de variáveis geralmente não consideradas em trabalhos da área, tais como: o tipo do enquadramento (retrato ou paisagem), a temperatura refletida e o isolamento térmico, na informação quantitativa da temperatura facial, por meio da técnica da Termografia, contribui no oferecimento de um dado mais acurado e, conseqüentemente, mais confiável e preciso no diagnóstico precoce de processos de inflamação no corpo humano, como é o caso do diagnóstico das dores orofaciais.

1.2 Objetivo geral

Otimizar o processo metodológico de aquisição de imagens termográficas da face que forneça dados quantitativos mais acurados e precisos no estabelecimento da temperatura da região em estudo.

1.3 Objetivos específicos

Afim de se atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Investigar a influência da transferência de calor entre os indivíduos e o ambiente submetidos ao exame termográfico da face;
- b) Verificar a influência do tipo do enquadramento (retrato ou paisagem) na obtenção dos dados termográficos durante a execução do exame da face;
- c) Determinar a influência do isolamento térmico na temperatura refletida antes da realização do exame termográfico da face;
- d) Analisar o processo de captação de imagens termográficas da face com e sem isolamento térmico;
- e) Determinar o cenário mais adequado e mais preciso para a produção de termogramas da face, ou seja, com ou sem isolamento térmico do objeto de estudo.

1.4 Justificativa

A Termografia tem se mostrado uma grande aliada no que tange ao auxílio no diagnóstico e acompanhamento de vários agravos na área da saúde como na Medicina, Fisioterapia e até na Medicina Veterinária. Seguindo esta lógica, a Termografia também se mostra promissora no âmbito da Odontologia, especialmente no campo das dores orofaciais entre outras patologias da face, considerando o fato de que estes agravos geralmente iniciam em quadros inflamatórios, provocando aumento da temperatura no local, mas que nem sempre no ponto exato de origem da dor. Com a aplicação da Termografia é possível determinar, por exemplo, áreas preditivas para aplicação de toxina botulínica, aplicação de acupuntura ou ainda pode, de maneira precisa e eficaz revelar o local de origem da dor na face, possibilitando um diagnóstico mais rápido, seguro e, conseqüentemente um tratamento com prognóstico favorável.

Ressalta-se, ainda, a facilidade da utilização e da aplicação da Termografia para o diagnóstico e o monitoramento de alterações orofaciais, evitando o uso imediato de outros exames a exemplo daqueles que utilizam radiação ionizante.

Embora já existam metodologias relatadas na literatura quanto à aplicação da Termografia no âmbito da saúde humana, bem como na área odontológica, percebe-se que é necessário tornar a execução do exame termográfico cada vez mais preciso.

O monitoramento/controlado de variáveis físicas que não são costumeiramente observadas na maioria dos trabalhos da área pode determinar a formulação de termogramas com informações inadequadas ao auxílio de diagnósticos confiáveis.

Assim sendo, este estudo se justifica pela sua importância na facilidade da aplicação da utilização da Termografia, ao passo que possibilita a criação de um processo metodológico mais preciso, adequado e eficaz para produção de termogramas mais confiáveis, considerando as imagens termográficas captadas para a face que podem ajudar no diagnóstico de dores orofaciais.

1.5 Delimitação do trabalho

Demonstrada a eficácia da Termografia na área médica, houve a expansão para outros campos das ciências da saúde já mencionados. A aplicação da Termografia em âmbito odontológico é incipiente comparado a outras áreas da saúde. (DIBAI-FILHO, 2012; HADDAD, 2014; HADDAD, 2014).

Apesar da pequena quantidade de estudos acerca da utilização da Termografia para auxílio do diagnóstico de alterações orofaciais, eles têm mostrado resultados promissores e satisfatórios quanto à eficiência na determinação do diagnóstico de vários tipos de alterações orofaciais.

Ainda que se considerem os resultados satisfatórios, é possível torná-los mais precisos e seguros mediante o monitoramento e controle de algumas manobras e variáveis que são “desvalorizadas” antes e durante a realização do exame termográfico. De modo que este estudo explorará a mudança do posicionamento da máquina termográfica em relação ao objeto fotografado (face); a distância entre a máquina e a face; a relação da transferência de calor entre o indivíduo e o ambiente (equalização); a influência do isolamento térmico em volta do objeto examinado (face) e; a influência da temperatura refletida na realização do exame.

O parâmetro do controle termográfico para observar as variações ou não nos cenários considerados neste estudo foi a Temperatura do Túnel Cerebral (TTC) ou em inglês *Brain*

Tunnel Temperature (BTT), situado na comissura palpebral medial e considerado atualmente como a região do corpo humano que apresenta o registro mais confiável do que seria a temperatura central do corpo humano.

1.6 Estrutura do trabalho

Este trabalho está estruturado em 5 (cinco) capítulos, a saber:

No Capítulo I, contextualiza-se, apresenta-se o problema e a hipótese do trabalho, seus objetivos, justificativa e a delimitação do trabalho.

O Capítulo II é destinado à revisão de literatura sobre as dores orofaciais, suas implicações patológicas, temperatura corporal humana e seus mecanismos de medição, considerações sobre radiação térmica, Termografia e suas aplicações, enfatizando a descoberta, classificação e os campos de aplicação com especial atenção para área da saúde humana. Este capítulo também expõe os métodos utilizados na aplicação da Termografia em circunstâncias variadas em seres humanos.

O Capítulo III descreve a metodologia utilizada e desenvolvida neste trabalho, classificando e descrevendo os instrumentos e passos metodológicos aplicados para o cumprimento dos objetivos.

O Capítulo IV destina-se a exposição dos resultados obtidos e discussões a partir da metodologia aplicada nesta pesquisa.

Por fim, o Capítulo V apresenta as conclusões obtidas a partir do estabelecimento dos objetivos, bem como sugestões para trabalhos futuros, finalizando com as referências, os Apêndices e os Anexos utilizados na construção deste trabalho.

CAPÍTULO II

2 DOR OROFACIAL, IMPLICAÇÕES PATOLÓGICAS, TEMPERATURA CORPORAL, RADIAÇÃO TÉRMICA, TERMOGRAFIA E SUAS APLICAÇÕES

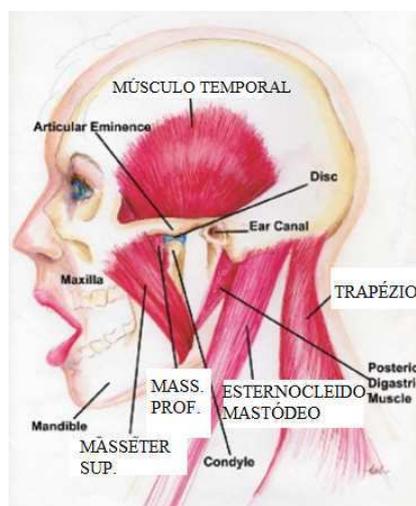
Este capítulo será dedicado à exposição das estruturas anatômica envolvidas no processo de mastigação, bem como seus principais acometimentos patológicos. Em seguida, serão explorados estudos sobre a temperatura corporal humana, mecanismos de medição com ênfase na Temperatura do Túnel Cerebral (*Brain Tunnel Temperature – BTT*). Serão exploradas as bases teóricas que fundamentam o estudo sobre radiação térmica desde o início, bem como o avanço da Termografia, sobretudo as aplicações dela, especialmente no âmbito das ciências médicas humanas.

Demonstrará também a relação entre a utilização da Termografia e as variáveis físicas que podem influenciar o registro termográfico em se tratando de estudos com seres humanos.

2.1 Dor orofacial e Disfunção Temporomandibular (DTM)

O largo espectro de condições mórbidas que envolvem as articulações temporomandibulares (ATMs), músculos (mastigatórios e posturais) e ligamentos (Figura 1), desencadeando as Disfunções Temporomandibulares (DTMs) e as dores orofaciais determinam um conjunto complexo de sinais e sintomas musculares e articulares relacionados ao sistema estomatognático caracterizados por dor e alterações funcionais deste sistema. (OLIVEIRA, 2014).

Figura. 1- Visão parcial dos músculos mastigatórios, ATM, músculos posturais e do pescoço.



Fonte - Adaptado de ANDRADE (2014).

São elencados como sinais e sintomas das DTMs e dor orofacial: dor na região da ATM, ruído articular, cefaléia, dificuldade para abrir e fechar a boca, dor muscular na nuca, na face e no pescoço bem como dor muscular à palpação. (CHIODELLI et al, 2012; AQUINO et al, 2012; WATANABE, 2013; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Moreno (2012), muitos aspectos acerca da etiologia da DTM e a dor orofacial ainda não estão bem esclarecidos. Ainda há discussões acerca de termos técnicos nesta área de conhecimento. Por outro lado, são muitos os autores que concordam com a etiologia multifatorial da DTM e dor orofacial, podendo estar associada ao estresse, interferências oclusais, alterações neuromusculares, (SARTORETTO et al, 2012; MORENO et al, 2012).

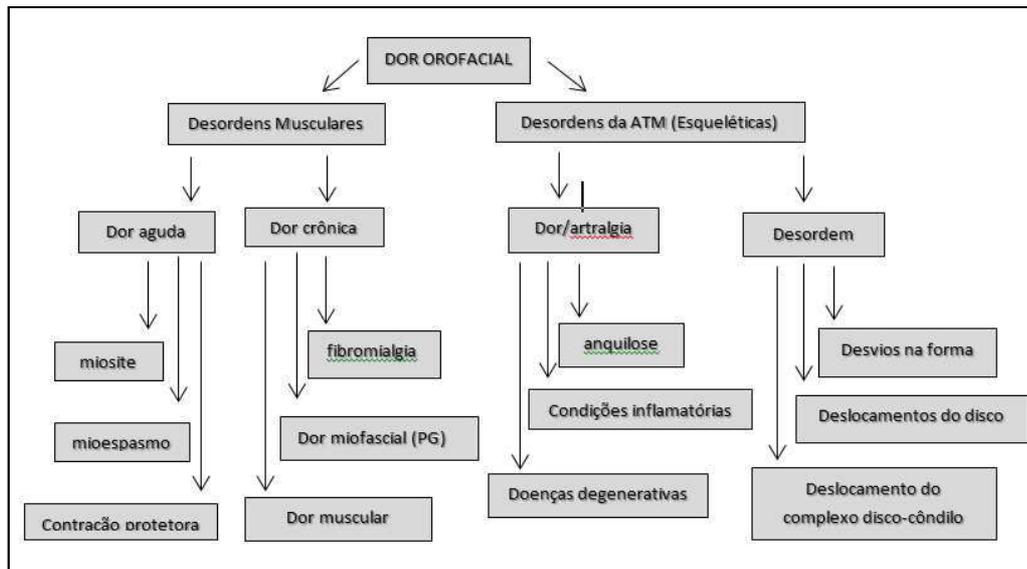
Muito esforço tem sido despendido para o entendimento e tratamento das desordens temporomandibulares, mas ainda se busca um consenso em relação ao que consiste a síndrome de DTM e na tentativa de identificar os pacientes. Muitos dos sinais e sintomas comuns em pacientes com DTM também podem ser comuns em indivíduos assintomáticos. Sinais e sintomas também se sobrepõem entre as categorias de DTM. A busca pela determinação de um fator etiológico mostrou que esta é uma condição multifatorial que exige além do exame clínico uma avaliação psicossocial e socioeconômica. (WALBER, 2008).

Observa-se a complexidade na determinação de um diagnóstico confiável e seguro no que diz respeito às dores orofaciais, devendo ser considerado um exame clínico criterioso e os exames complementares.

Como já referenciado, as dores orofaciais envolvem uma série de estruturas anatômicas, podendo se manifestar sinais e sintomas variados. Dentre tais sintomas, figuram as desordens musculares que surgem como fator importante para determinar o diagnóstico, devendo ser bem associado ao exame clínico.

O desenvolvimento de estudos para melhor compreender as dores orofaciais estabeleceu uma classificação, agrupando as desordens de natureza esquelética (articulares) e as desordens de natureza muscular (Figura 2).

Figura 2- Classificação das dores orofaciais.



Fonte - Adaptado de PAIVA *et al* (2008).

Em relação às desordens de natureza esquelética citam-se: o deslocamento do disco articular, os ruídos articulares, inflamação retrodiscal ou retrodiscite, capsulite, sinovite e alterações degenerativas (osteoartrose/osteoartrite). Devido à delimitação do estudo, estas alterações não serão exploradas neste trabalho, a não ser quando for demonstrada a relação com as desordens musculares. (PAIVA *et al*, 2008; OKESSON, 2013).

Acerca das desordens musculares são elencadas: contração protetora, dor muscular com alterações periféricas, dor muscular tardia, dor miofascial, fibromialgia, mioespaço e miosite. (PAIVA *et al*, 2008).

A **contração protetora**, como o nome sugere, ocorre para proteger tecidos ameaçados por injúrias. Neste processo estão envolvidos não apenas os músculos mastigatórios, mas também os da nuca e do pescoço. Essa condição é mediada pelo sistema nervoso central. Há presença de dor durante o trabalho muscular e ausência dela quando em repouso. Não há sintomas à palpação muscular.

A **dor muscular com alterações periféricas** surge em decorrência da continuidade da atividade dos músculos mastigatórios, provocando isquemia regional por causa da contração prolongada. Nesta ocasião há dor referida e dor à palpação muscular.

A **dor muscular tardia** é a condição em que a dor surge até 48 horas após intensa atividade muscular, onde não são percebidas as alterações fisiopatológicas.

A **dor miofascial**, que foi descrita por Travell e Simons em 1983, se caracteriza pela presença de pontos-gatilhos (*trigger-points*) que causam dor heterotópica, que é a produção de

sintomas em um local diferente do local de origem da dor. Geralmente os pacientes portadores desta condição apresentam dor referida em tecidos normais e não nos locais onde a dor se originou.

Os pontos-gatilhos podem ser ativos (doloridos) ou latentes (cl clinicamente silenciosos) e podem surgir nos principais músculos mastigatórios, posturais do pescoço e ombros como o masseter, temporal, pterigoideo, digástrico, esternocleidomastóideo e trapézio,

A **fibromialgia** é entendida com uma desordem sistêmica que se manifesta como dores musculoesqueléticas, difusa e crônica presente em várias partes do corpo. São descritos nesta patologia sítios anatômicos com exagerada sensibilidade dolorosa, denominados *tender points*.

O **mioespasmo** é uma alteração involuntária em que o músculo permanece contraído por alguns segundos, minutos ou mesmo dias. É repentino e geralmente observado após o trabalho muscular prolongado.

A **miosite** é uma resposta inflamatória, não infecciosa desencadeada como resposta do sistema nervoso à continuidade da dor. Apresentam dores espontâneas e também à palpação muscular.

Para determinar o diagnóstico de maneira segura e precisa destas alterações, a fim de garantir um tratamento exitoso, o exame clínico tem importância fundamental. Entretanto, quando há informações que tornam o diagnóstico impreciso, os exames complementares são imprescindíveis para estes casos. (HADDAD, 2012; DIBAI-FILHO, 2013; RODRIGUES-BIGATON, 2013).

Em situações onde se apresentam estágios agudos de distúrbios orofaciais de natureza diversa, o exame clínico fica comprometido, pois a palpação durante a investigação clínica gera um sofrimento a mais para o indivíduo, exacerbando a sintomatologia dolorosa, deixando o exame clínico pouco produtivo. (BRIOSCHI, 2011; HADDAD, 2012).

A existência de exames e instrumentos que possibilitem o auxílio no diagnóstico da dor orofacial, sem envolver, necessariamente, o toque/palpação da área acometida por dor e inflamação, mostram-se grandes aliados nas avaliações clínicas que podem ser mais eficazes e menos dolorosas. (HADDAD, 2012; SALVADOR *et al*, 2014).

Essa condição descrita possibilita a utilização da Termografia como exame complementar de diagnóstico para dores orofaciais, pois como já foi descrito, é não-invasivo, indolor, de aplicação rápida, além de não oferecer riscos de natureza ionizante para examinadores e examinados.

2.2 Considerações acerca da temperatura corporal

Temperatura, de maneira geral, pode ser definida como uma medida estatística que expressa o grau de agitação das moléculas de um corpo, estando relacionado com o deslocamento da energia cinética de um átomo ou molécula. (MACIEL, 2016). A Temperatura (medida de grandeza) é hoje uma das grandezas mais medida e controlada em todo o mundo, mesmo persistindo as dificuldades para seu entendimento, sua quantificação e seu controle. Todas as propriedades físico-químicas da matéria dependem da temperatura. (ANALÓGICA INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE, 2013).

A relação entre a variação da temperatura corporal e o estabelecimento de um quadro patológico foi proposta antes mesmo da criação de instrumentos para a medição da temperatura.

Mesmo com a criação de instrumentos para a medição da temperatura corporal, ainda se configura um desafio determinar realmente a temperatura de um indivíduo.

Desde a criação do termômetro de coluna de mercúrio, vários outros instrumentos foram criados. Também foram preconizados, ao longo do tempo, locais específicos no corpo humano para que se conseguisse um “registro fiel” da temperatura corporal.

Com o avanço dos estudos nesta área, descobriu-se que o corpo humano apresenta um gradiente de variação na temperatura corporal, dependendo da região do corpo e do metabolismo diário. Associados aos novos estudos sobre a medição da temperatura corporal inúmeros locais no corpo humano foram elencados para servir de parâmetro de modo que expressasse a temperatura real (central) do corpo.

A temperatura exerce influência muito importante na execução do exame termográfico. Considerando o corpo humano, se torna ainda mais importante, pois há mecanismos fisiológicos que controlam a temperatura corporal, além do fato de que a percepção de alterações, para deduções patológicas, é determinada por diferenças discretas da ordem de 0,3°C quando comparadas áreas simétricas, não devendo ultrapassar 0,5°C. (HADDAD, 2014; CHUDECKA, 2013; BRIOSCHI, 2011).

Após anos de investigação e avanços nos métodos de medição da temperatura corporal, descobriu-se que é o hipotálamo, estrutura localizada na base do cérebro, que regula a temperatura do corpo, bem como é a “fonte” do registro da temperatura central do organismo.

De acordo com a Dräger medical GmbH (2015), os métodos de medição da temperatura corporal central (*core*), apresenta uma classificação que depende da localização do instrumento de medição no corpo. A saber:

a) **métodos não-invasivos**, que diz respeito a todos os mecanismos de medição de temperatura da superfície da pele e que não causam desconforto ao indivíduo ou inserção de dispositivos na pele;

b) **métodos minimamente invasivos**, que se referem à introdução de sondas em cavidades e/orifícios naturais do corpo (boca, ouvido e reto) que podem provocar relativos desconforto ao indivíduo e;

c) **métodos invasivos**, que são os mais precisos para medição da temperatura central do corpo, entretanto, causam desconforto aos indivíduos, além de ser necessário anestesia ou analgesia do indivíduo, pois cateteres ou sondas são inseridos no interior do corpo. Geralmente tais inserções são realizadas por trepanação craniana ou perfuração torácica e dificultam estudos comparativos pela complexidade de execução deste procedimento.

Alguns autores consideram os métodos não-invasivos com pouca precisão. Por outro lado, a descoberta da *Brain Tunnel Temperature – BTT* (Temperatura do Túnel Cerebral), que será explicado mais adiante, assegura um registro da temperatura corporal central pela íntima relação anatômica com o hipotálamo, órgão responsável pelo controle da temperatura central do corpo.

Segundo Brioschi (2011) e Haddad (2014), fisiologicamente, o mecanismo de controle da temperatura corporal ocorre de duas maneiras:

1) Pela estimulação dos receptores periféricos dos nervos sensitivos aferentes, localizados na pele, percorrendo até as vias superiores do sistema nervoso vegetativo, mais precisamente no tronco encefálico e regiões corticais superiores. Tal informação é encaminhada ao hipotálamo, formando uma resposta que segue pelas fibras motoras eferentes até os músculos lisos dos vasos conectados à pele.

2) Uma resposta que tem origem no tronco encefálico, resultado de um reflexo somatocutâneo ou viscerocutâneo, que podem ser exemplificados como impulsos gerados em glândulas, tecidos como músculos, tendões, articulações e ossos, que podem provocar alterações fisiológicas importantes, relacionadas à temperatura, sudorese, tônus e sensibilidade. Desta maneira, enfermidades viscerais (ex: cólica intestinal, isquemia) ou somáticas (ex:

síndrome dolorosa miofascial) podem influenciar o metabolismo, a temperatura e propriedades da pele neste processo de controle da temperatura corporal.

Faz-se necessário compreender tais eventos, pois são informações básicas e imprescindíveis para a interpretação da imagem por Termografia.

Alguns autores demonstraram que a temperatura corporal sofre alteração de acordo com a região do corpo. O hipotálamo é o centro regulador da temperatura corporal, de modo que temperatura assinalada próxima a esta estrutura é referenciada como temperatura central do corpo. Outras regiões do corpo, dependendo da intensidade do metabolismo e localização (ex.: pele, órgãos internos), pode-se observar temperaturas diferentes daquela medida no hipotálamo, determinando a temperatura dita periférica. (BALBINOT, 2012; BRIOSCHI, 2011; HADDAD, 2011).

Considerando a necessidade de se determinar uma temperatura média que não seja influenciada pelo metabolismo do indivíduo, assim como a distância em relação ao hipotálamo, possibilitando a leitura da temperatura da região cutânea dele, independente da temperatura do corpo e do ambiente, foi proposta a equação para o cálculo da temperatura adimensional **Equação (1)**. (FLORES-SHAGUN, 2010; BRIOSCHI, 2011, HADDAD, 2014).

$$\text{Valor adimensional} = \frac{(\text{Temperatura média do ponto} - \text{Temperatura ambiente})}{(\text{Temperatura timpânica} - \text{Temperatura ambiente})} \quad (1)$$

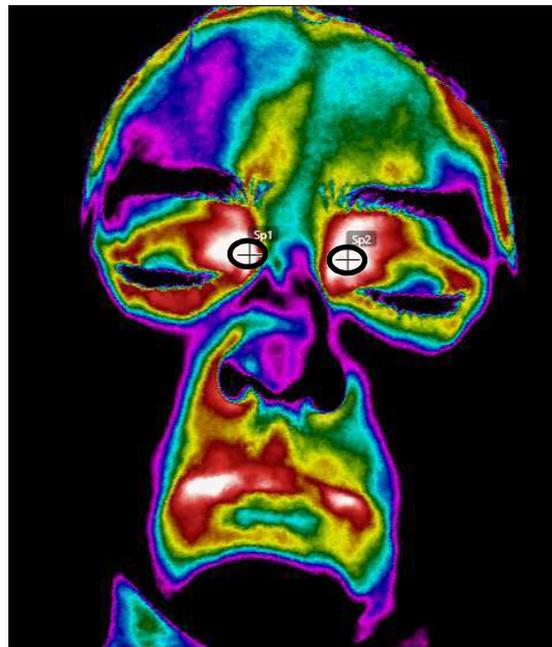
Vargas (2009) estabeleceu o uso de valores normalizados de temperatura adimensional (θ), variando entre 0 e 1. Na equação, 0 equivale a temperatura ambiente e 1 à temperatura timpânica como forma de corrigir o efeito do metabolismo individual, possibilitando a comparação da temperatura entre os indivíduos.

Como forma de possibilitar mais precisão nas medições termográficas, além do cálculo da temperatura adimensional, calcula-se o gradiente conjugado normalizado ($\Delta\theta$), que é resultante da diferença entre os lados simétricos (direito e esquerdo). (HADDAD, 2014; BRIOSCHI, 2011; FILUS, 2011).

Tal equação tem se mostrado eficaz em situações onde se considera regiões distantes do ponto de registro da temperatura central (temperatura timpânica), possibilitando compensar a “perda” de calor na medida em que se afasta da região da temperatura central.

Entretanto, Haddadin *et al* (2005) observaram que existe um "túnel" (Figura 3) entre a pele livre de gordura (termicamente condutora) na ponte do nariz e o seio cavernoso em torno do centro termorregulador hipotalâmico (através da veia oftálmica superior) chamada de *Brain Tunnel Temperature –BTT* (Temperatura do Túnel do Cérebro). No estudo de Abreu *et al* (2010) realizou-se o monitoramento da temperatura em várias regiões do corpo, comparando-as com aquelas medidas na *BTT*, que se mostrou eficaz em relação aos demais métodos de medição, além de ser não-invasiva e confortável para o indivíduo.

Figura 3- Imagem termográfica destacando BTT (regiões esbranquiçadas).

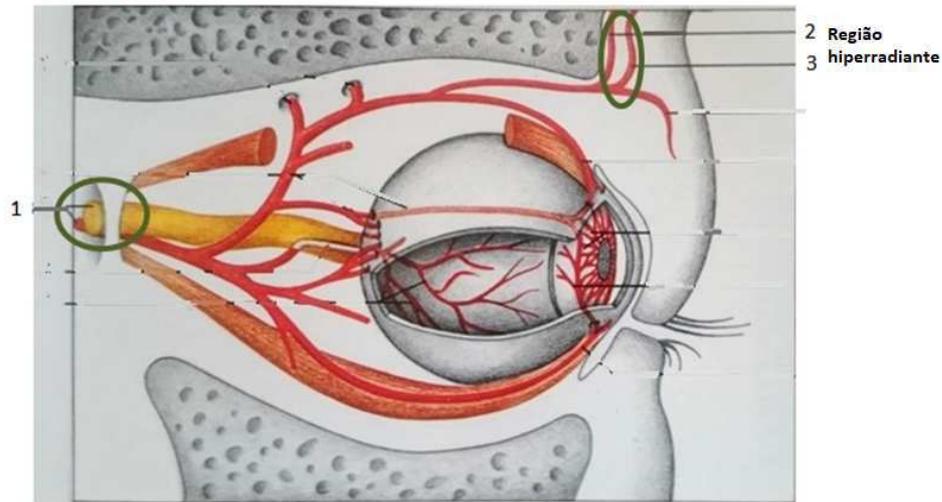


Fonte: Autoria própria.

Abreu *et al* (2010) descreveram como a Temperatura Máxima Ocular (TMO), na qual se mede a temperatura do canto superior medial do olho, também denominado por Haddad (2014) como Comissura Medial Palpebral.

Segundo Abreu *et al* (2010), esta é a região mais aquecida da face e a que expressa a temperatura central do corpo, pois emergem para a frente as artérias supraorbital e supratrocLEAR (Figura 4.), ramos diretos da artéria oftálmica e carótida interna que passam bem perto do hipotálamo, conduzindo fluxo sanguíneo com temperatura bem próxima a do hipotálamo.

Figura. 4 – Desenho esquemático da vascularização ocular (1: artéria oftálmica; 2: artéria supratrocLEAR e 3: artéria supraorbital).



Fonte – Adaptado de ROHEN, YOKOCHI E LUTJEN-DRECOLL (2010).

Este local de medição também é denominado de Túnel de Temperatura Cerebral (*BTT Brain Tunnel Temperature*) é uma região hiperradiante e tem sido considerada uma região eficaz de medição da temperatura corporal, pois, além de não ser invasivo, permite leituras confiáveis, considerando que não há interferências nesta leitura pela ausência de tecidos que poderiam interferir na medição a exemplo do tecido adiposo, além de apresentar proximidade com o hipotálamo. (ABREU *et al*, 2010).

Briosch *et al* (2015) realizaram um estudo com mulheres, utilizando a temperatura do túnel cerebral, mencionada por Abreu *et al* (2010), como registro indireto da temperatura central do corpo. O registro da *BTT* foi realizado com o auxílio de uma câmera termográfica da marca FLIR (Modelo T400, USA) que serviu para propor uma equação para correlacionar a temperatura das mamas com a temperatura central.

Pela própria descrição, nota-se que a região da comissura medial palpebral ou *BTT* é a região na face mais hiperradiante, apresentando-se de tal maneira como uma região e/ou ponto de referência e parâmetro para verificar, analisar e avaliar, mediante a alteração de variáveis de maneira controlada, cenários mais propícios e adequados à realização de exames termográficos da face.

Entre os vários mecanismos de registro de temperatura, a leitura indireta da *BTT* realizada com uma câmera termográfica mostra-se prática, rápida, confiável e eficaz como demonstrado no trabalho de Souza *et al* (2015).

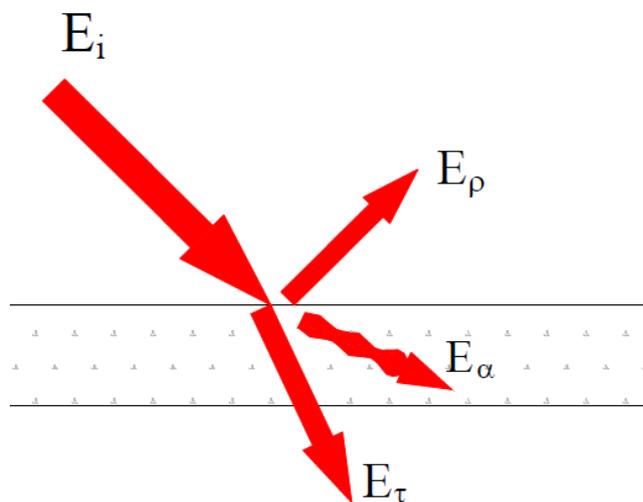
2.3 Radiação térmica e Termografia

As bases para a compreensão da Termografia passaram pela descoberta e interpretação de alguns fenômenos físicos que foram explicados através de equações as quais regem atualmente o entendimento da Termografia a partir da radiação térmica.

O processo de transferência de calor em função da sua temperatura, sem qualquer intervenção de um meio físico, recebe o nome de radiação térmica. (OLIVEIRA, 2013). Neste processo de transferência por radiação, de modo geral, uma parte da radiação é absorvida (α), outra é refletida (ρ) e uma terceira porção transmitida (τ), dependendo do tipo que material de que é feito o corpo (Figura 5). A soma destas porções para uma dada temperatura deve ser igual a 1, segundo a Lei de Conservação de Energia. **Equação. (2)**

$$\alpha + \rho + \tau = 1 \quad (2)$$

Figura 5 – Distribuição da Radiação incidente (E_i), absorvida (E_α), refletida (E_ρ) e transmitida (E_τ) num corpo.



Fonte – OLIVEIRA (2013).

Para se entender melhor este fenômeno, foi necessário estabelecer uma situação ideal de emissão e absorção da radiação térmica. Para tanto, foi concebido o modelo de corpo negro, que é uma estrutura em equilíbrio térmico que consegue absorver ou emitir toda radiação que incide nele, independente da direção ou do comprimento de onda. Em termos práticos, o corpo negro não existe, mas serve bem como modelo para um emissor perfeito, segundo a Lei de Kirhhof. (FLIR SYSTEMS, 2013; CARAMALHO, 2012; TATTERSALL, 2016).

Esquemáticamente é um recipiente composto por material absorvente, opaco, oco completamente fechado, com um orifício em uma das faces. Tal orifício permite a entrada de radiação de qualquer natureza que é refletida continuamente entre suas paredes internas, de modo que apenas uma fração infinitesimal possa, eventualmente, escapar. A “escuridão” produzida na abertura do recipiente é quase igual à de um corpo negro.

A adição de calor a um corpo negro provoca o aumento de temperatura que permite a visualização da fonte de radiação, começando pela cor vermelha, passando pelo laranja, amarelo até o branco, determinando comprimentos de ondas diferentes.

Matematicamente, a distribuição espectral de radiação emitida por um corpo negro foi demonstrada por Max Planck (1858-1947) através da fórmula (Lei de Planck) **Equação. (3)** (CARAMALHO, 2012):

$$W\lambda b = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/\lambda kT} - 1)} \times 10^{-6} \text{ (Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}) \quad (3)$$

Em que:

$W\lambda b$ - Emitância radiante espectral do corpo negro a comprimento de onda λ

c - Velocidade da luz = 3×10^8 m/s

h - Constante de Planck = $6,625 \times 10^{-34}$ Ws^2

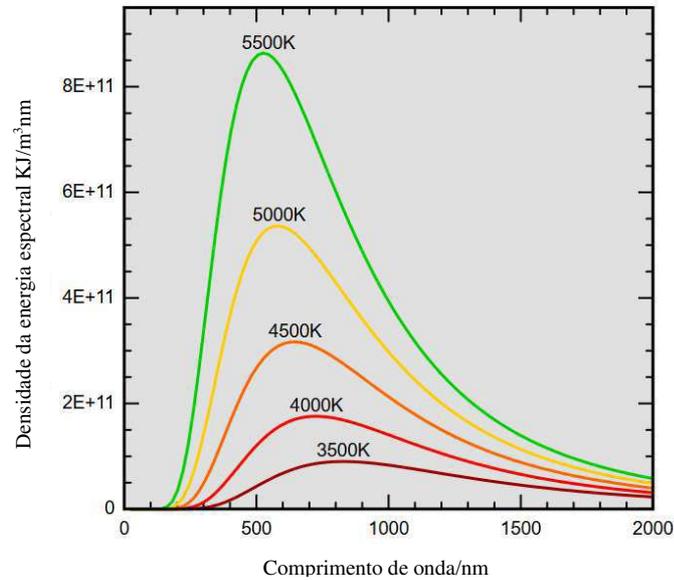
k - Constante de Boltzmann = $1,4 \times 10^{-23}$ Ws/K

T - Temperatura absoluta (K) de um corpo negro

λ - Comprimento de onda de radiação (μm)

Graficamente, a lei de Planck é representada por várias temperaturas, criando uma família de curvas que passam a obedecer a um padrão, onde a emitância espectral de zero a $\lambda=0$, depois aumenta rapidamente para uma máxima a um comprimento de onda λ máxima e depois de ultrapassá-lo aproxima-se novamente do zero para comprimentos de ondas muito longos, determinando que, quanto maior for a temperatura, mais curto será o comprimento da onda (Figura. 6). (FLIR SYSTEMS, 2013; CARAMALHO, 2012).

Figura 6- Curvas de Planck para cinco temperaturas distintas.



Fonte – Adaptado de INCROPERA e DeWITT (2007).

Foi Wien (Wilhelm Wien – 1864-1928) que determinou a relação entre o comprimento de onda e a máxima emissão de radiação eletromagnética do corpo negro e sua temperatura (Figura 7), conhecida como Lei de Wien ou Lei do deslocamento de Wien, **Equação. (4)** (vide Fig. 5).

$$\lambda_{\max} = \frac{b}{T} \quad (4)$$

Onde:

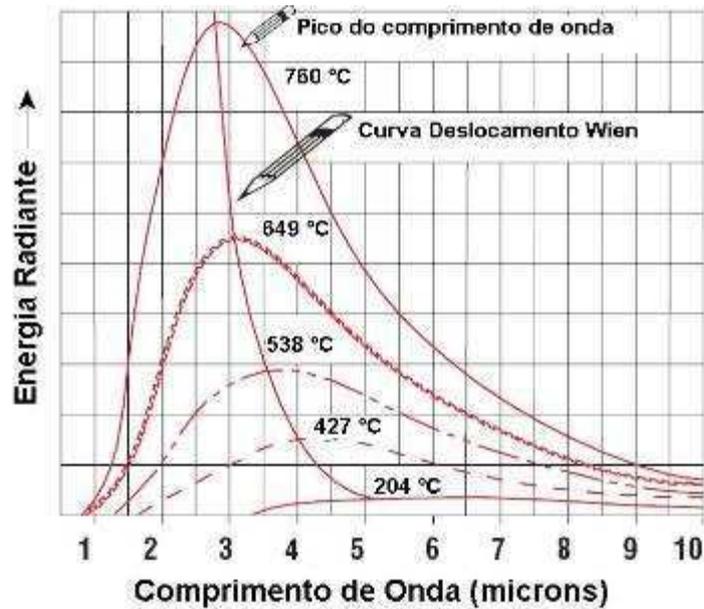
λ_{\max} é o comprimento de onda (em metros) onde a intensidade da radiação eletromagnética é a máxima;

T é a temperatura do corpo em kelvin (K), e

b é a constante de proporcionalidade, chamada **constante de dispersão de Wien**, em m.K (metro x Kelvin).

O valor dessa constante é $b = 2.8977685 \times 10^{-3}$ m.K

Figura 7 – Curva de deslocamento de Wien, associada a 5 comprimentos de onda diferentes.



Fonte – Adaptado de CARAMALHO (2012); INCROPERA E DEWITT (2007).

Outra equação muito importante para a compreensão e aplicabilidade da radiação térmica e da Termografia é a Lei de Stefan-Boltzmann, que é obtida a partir da integração da fórmula de Planck de $\lambda = 0$ a $\lambda = \infty$, aonde se chega à emitância radiante total (W_b) de um corpo negro. (CARALMALHO, 2012; DELGADO, 2013) **Equação. (4):**

$$W_b = \sigma \cdot T^4 \left(\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right) \quad (5)$$

Em que:

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{W/m}^2\text{K}^4$ é a constante de Stefan;

T = temperatura em Kelvin.

Esta Lei determina que a energia emissiva total de um corpo negro é diretamente proporcional à quarta potência, demonstrando a íntima relação entre radiação e temperatura. Em outras palavras, pequenas variações na temperatura promovem grandes emissões térmicas em função da variável temperatura estar elevada a quarta potência.

As situações descritas até agora caracterizam situações ideais, perfeitas as quais não existem na natureza. Na verdade, os corpos reais se comportam de maneira diferente, considerados como corpos cinzas, ou seja, corpos que não emitem nem absorvem e nem transmitem integralmente a radiação que incidem sobre eles.

Para explicar e compreender este comportamento se faz necessário a utilização da emissividade (ϵ) que nada mais é do que a relação entre a radiação emitida por uma superfície real e a radiação emitida, na mesma temperatura, por um corpo negro. A emissividade de uma superfície pode ser influenciada pela temperatura. Leva-se em consideração o corpo negro como sendo um emissor perfeito que serve de parâmetro para determinar a emissividade de corpos e superfícies reais. (CARAMALHO, 2012; DELGADO, 2013, SANTOS, 2013).

Assim sendo, a Lei de Stefan-Boltzmann se apresenta da seguinte maneira para o cálculo de emissão de radiação para corpos reais dada pela **Equação. (6)**:

$$Q_{\text{rad}} = \epsilon \cdot \sigma \cdot T^4 \quad (6)$$

Nos processos em que haja a medição de emitância de radiação infravermelha é muito importante a observação da temperatura tanto do ambiente como da superfície examinada. Em inspeções de âmbito industrial que geralmente envolve máquinas, componentes e ambientes, a variação de temperatura para observância de alterações indesejadas entre estruturas semelhantes é de 15°C. (FLUKE CORPORATION, 2005).

Para as situações nas quais se consideram a superfície de um corpo vivo, no caso, o ser humano, variações em porções simétricas iguais ou superiores a 0,3°C já podem determinar um quadro de alteração fisiológica local, denotando o rigor que deve ser adotado no monitoramento e controle da temperatura (BRIOSCHI, 2011). Entretanto, percebe-se uma dificuldade em determinar regiões realmente simétricas sem o auxílio de guias ou planos demarcados para este fim.

Ressalta-se ainda que, além da temperatura corporal, a temperatura do ambiente, a umidade, a velocidade do ar, a temperatura refletida e a distância entre o corpo e o equipamento de medição, se não forem ajustados corretamente, podem interferir erroneamente na leitura informada pela máquina termográfica.

2.4 Termografia e suas aplicações

Por anos, os fenômenos naturais têm despertado a curiosidade humana. Entre vários destes fenômenos estão a temperatura e o calor. Tais grandezas (que são diferentes) têm sido bastante úteis na produção de novos conhecimentos, facilitando a vida das pessoas.

No campo da saúde, Hipócrates (Pai da Medicina) sentia a variação da temperatura corpórea de determinadas partes do corpo como as mãos, pés e lábios dos seus pacientes para determinar alterações orgânicas, ou ainda, cobria-os com lama e observava onde a lama secava e endurecia primeiro, servindo para atestar estados mórbidos.

Embora conhecida a variação da temperatura e do calor, ainda não eram conhecidos meios de se medir tais grandezas, até que estes conceitos foram retomados por Galileu no Século XV, criando, o que seria chamado, de termômetro. Um instrumento bastante rudimentar e sem escalas de medição que sofria influência da pressão atmosférica.

Anos mais tarde, o termômetro é melhorado com o auxílio dos estudos de Sanctorius e Boullian. Com a criação das escalas termométricas por Fahrenheit, Celsius e Kelvin, o termômetro passa a ser um instrumento mais confiável para a observação da variação da temperatura corpórea dos indivíduos, tornando-se uma medição padrão no final do Século XVIII.

Após o aperfeiçoamento do termômetro, outros aparelhos surgiram com o propósito de informar de maneira mais precisa a temperatura corporal, mas sem muito sucesso.

De maneira paralela, os estudos sobre calor começam no Século XVI quando Della Porta descobre que o calor se trata de radiação infravermelha. Dois séculos mais tarde, Sir William Herschel descobre que o sol emitia radiação infravermelha. Entretanto, a relação entre a luz e a radiação infravermelha só começa a ser esclarecida na metade do século XIX com a produção, em papel, da primeira Termografia. (SOBRATERM, S/D; TATTERSALL, 2016).

A radiação infravermelha é uma radiação eletromagnética localizada na parte invisível do espectro eletromagnético. A radiação infravermelha apresenta uma faixa extensa de onda eletromagnética, situando entre $0,78\mu\text{m}$ e $100\mu\text{m}$, estando subdividida em outras faixas como mostra a Tabela 1. (DA SILVA, 2014; FLIR, 2013; DELGADO, 2013; CARAMALHO, 2012) Na Figura 8, observa-se o comportamento da radiação eletromagnética como onda em várias frequências.

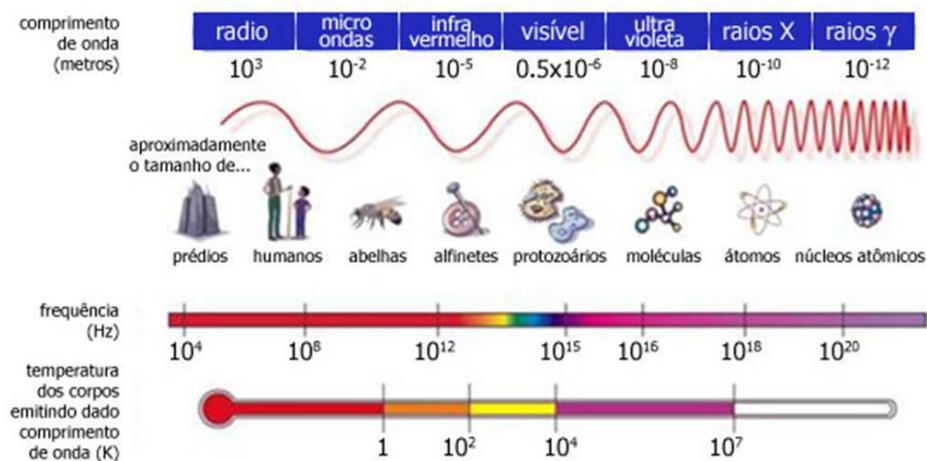
Tabela 1- Divisão da radiação infravermelha

Região	Faixa de λ
Infravermelho muito próximo	0,75 μm - 1,1 μm
Infravermelho próximo	1,1 μm – 3 μm
Infravermelho médio	3 μm – 6 μm
Infravermelho distante	6 μm - 15 μm
Infravermelho muito distante	15 μm – 100 μm

Fonte- Caramalho (2012), FLIR (2013), Delgado (2013), Da Silva (2014).

No entanto esta classificação não é uma unanimidade, isto é, ela sofre variações quando se observa diversos trabalhos publicados na área da Termografia quanto ao valor mínimo e máximo das ondas eletromagnéticas. Neste trabalho, em particular, optou-se por considerar a referência que é informada pela fabricante do equipamento utilizado nesta pesquisa, no caso a FLIR. (FLIR, 2013).

Figura 8- Faixas dos espectros eletromagnéticos e seus respectivos comprimentos de ondas.



Fonte- Das lâmpadas incandescentes às lâmpadas fluorescentes (2014).

As pesquisas com radiação infravermelha foram retomadas no final da década de 20, ficando restrita ao setor militar. Em 1929, Czerny elaborou o primeiro termograma. Um sistema de visão noturna foi empregado no período da Segunda Guerra Mundial, na metade dos anos de 1940, em tanques alemães. Após a invasão da Rússia por tanques alemães com visão noturna, os aliados elaboraram e desenvolveram a visão dianteira por infravermelho (FLIR - *Foward Looking Infra Red*), capaz de localizar tropas e navios inimigos, o que acabou sendo utilizado também em armamentos com detectores de calor. (FLIR, 2013; PEREIRA, 2013).

A Termografia, até então usada na área militar, na década de 50 começa a ser aplicada na área médica para a pesquisa de tumores mamários. Embora levassem horas para a produção

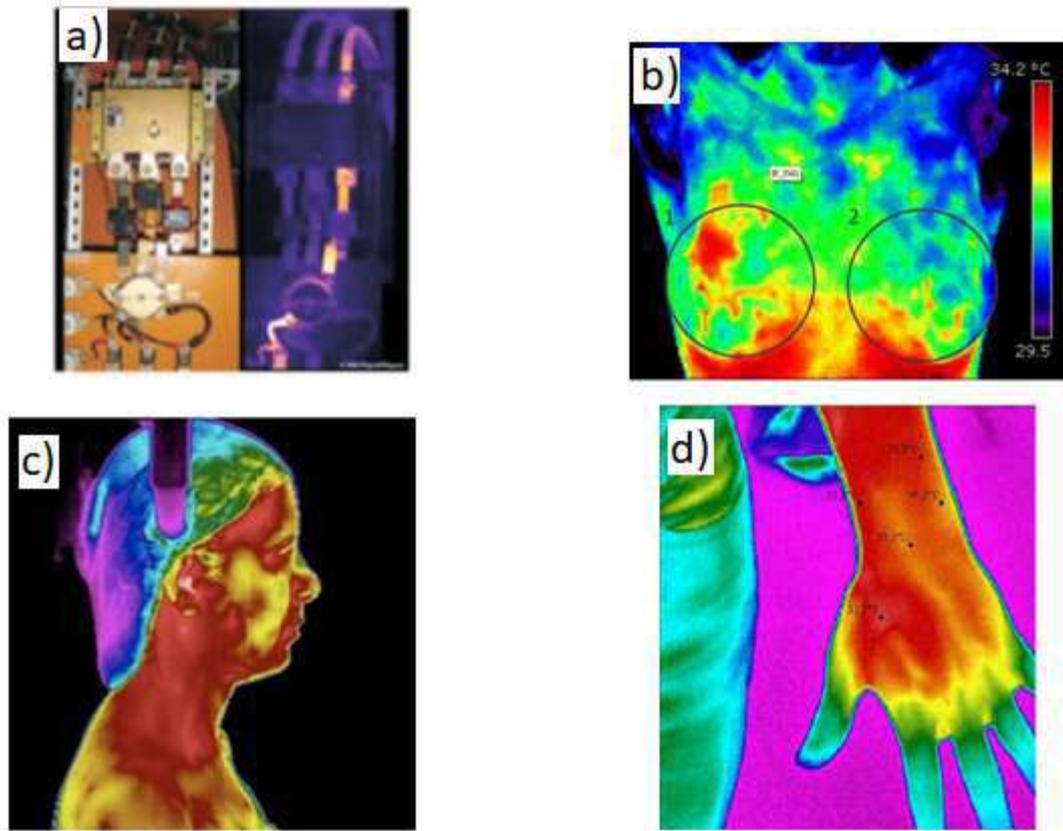
de termogramas, foi constatado acentuado aumento da temperatura da pele na região do tumor. (BRIOSCHI, s/d; PEREIRA, 2013; LUDWIG *et al*, 2014; DA SILVA, 2014; SOUSA *et al*, 2017).

Tais aplicações estimularam a pesquisas por termógrafos mais precisos e avançados de modo que o calor emitido era transformado em sinais elétricos refletidos em um filme fotográfico, produzindo um termograma.

Com o avanço constante da tecnologia, foi possível produzir equipamentos termográficos mais confiáveis e eficazes com larga aplicação em várias áreas da Arquitetura e Engenharia principalmente para o diagnóstico de manutenção preditiva. Em se tratando da área de saúde, a Medicina e a Fisioterapia são as áreas que vêm utilizando a Termografia com relativo sucesso, ainda que, de maneira modesta em relação à Engenharia. A principal razão para esse contraste é a falta de métodos precisos de utilização clínica para associar as leituras de temperatura da pele aos fenômenos fisiológicos anormais, uma vez que a temperatura da superfície corporal exposta é altamente dependente das condições ambientais e do metabolismo do indivíduo. (BRIOSCHI, 2011).

Na Figura 9-A observa-se que a imagem termográfica de equipamento elétrico com região hiperradiante (NOGUEIRA; REIS, 2010). A Figura. 9-B apresenta um termograma de das mamas para investigação de câncer de mama (BRIOSCHI, 2011). A Figura. 9-C apresenta imagem termográfica para a pesquisa de desordens musculares na face (HADDAD, 2011) e a Figura. 9-D, mostra o exame termográfico da mão para investigação de LER/DORT (GARCIA, 2004).

Figura. 9 - Exemplos de aplicação da Termografia na engenharia e na área de saúde. A) Termografia aplicada à manutenção elétrica. B) Termografia de mama. C) Termografia de face. D) Termografia para investigação de LER/DORT.



Fonte- NOGUEIRA; REIS (2010); BRIOSCHI (2011); HADDAD (2011); GARCIA (2004).

Considerando a área odontológica, a aplicação da Termografia é ainda mais incipiente, com as primeiras publicações que datam de meados dos anos 2000, explorando o campo das dores orofaciais e endodontia, pelo menos aqui no Brasil. E mesmo sendo o assunto mais estudado, provavelmente pelo fato de ser uma alteração patológica de difícil diagnóstico, as conclusões ainda não são unânimes. (GUIMARÃES, 2005; ELIAS, 2008; HADDAD, 2011).

2.5 Metodologias utilizadas para aplicação da Termografia em seres humanos

Com a fabricação de equipamentos termográficos mais modernos foi possível aumentar a precisão das medições com a Termografia. Máquinas termográficas mais sensíveis às emissões de radiação infravermelha e alterações discretas na temperatura corporal humana possibilitaram o aperfeiçoamento e expansão da aplicação da Termografia com método auxiliar de diagnósticos e monitoramento de patologias no corpo humano. (BANDEIRA *et al*, 2014; BALBINOT, 2012; BRIOSCHI, 2011).

Por outro lado, ainda que haja facilidade na aplicação desta técnica, alguns fatores (variáveis) são notadamente importantes para a produção de exames (termogramas) confiáveis e precisos. Vários autores têm demonstrado a necessidade de se monitorar e controlar inúmeras variáveis antes e durante a execução do exame termográfico. (HADDAD, 2014; RODRIGUES-BIGATON, 2013).

Como a emissão de radiação infravermelha é um fenômeno de superfície, ou seja, ela mede a radiação até 1 μ m da superfície, abaixo disso não se consegue obter uma leitura confiável, é fundamental que, além do monitoramento e controle de variáveis, que a superfície cutânea esteja livre de resíduos ou produtos que possam interferir na “leitura” que é feita pela máquina termográfica. Substâncias como cremes, maquiagens, protetor solar, oleosidade da pele e até o suor possibilitam um registro incorreto daquela região feito pela máquina termográfica. Tecidos abaixo da pele, como o adiposo, também podem influenciar na emissão da radiação infravermelha, considerando que este tecido exerce a função de isolante térmico.

Acerca desta situação já vem sendo aplicado há algum tempo por vários autores o protocolo da Associação Americana de Termologia (AAT) e difundida pela Sociedade Brasileira de Termologia (SOBRATERM) aqui no país. Tal protocolo estabelece orientações que o indivíduo deve adotar antes de se submeter ao exame termográfico (HADDAD, 2014; BALBINOT, 2012; BRIOSCHI, 2011; AAT, 2006).

Além das orientações que devem ser seguidas antes da aquisição de imagens termográficas, devem ser observadas as variáveis que influenciam a aplicação correta da Termografia antes e durante a captação das imagens. Atente-se para a emissividade, a distância entre o equipamento e o objeto, a qualidade e o modelo do equipamento utilizado, o foco, o enquadramento, a temperatura ambiente, tempo de equalização da temperatura corporal, a temperatura do indivíduo (central e periférica), a velocidade do ar no ambiente do exame, a umidade relativa do ar e Índice de Massa Corporal (IMC), que geralmente são mencionadas e consideradas para obtenção de exames termográficos confiáveis (HADDAD, 2014; DIBAI FILHO, 2012; BALBINOT, 2012; BRIOSCHI, 2011).

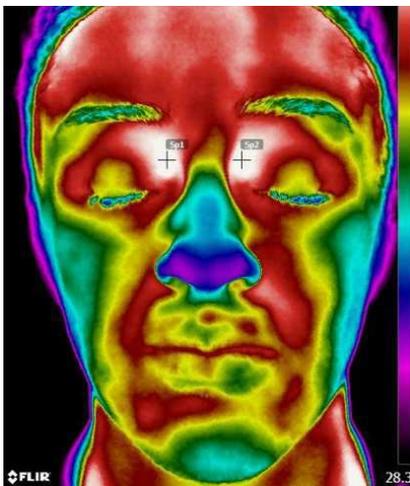
Algumas das variáveis citadas como o IMC ainda não apresentam estudos específicos sobre o tamanho da influência que ele pode causar no exame termográfico. Entretanto, sabe-se que o IMC tem sido aplicado como um mecanismo para “uniformizar” as amostras (COSTA *et al*, 2013; DIBAI FILHO, 2012; BALBINOT, 2006).

Em relação à temperatura refletida, entre os trabalhos referenciados nesta revisão, apenas dois consideram a medição da temperatura aparente refletida. Entretanto, não explicam o porquê e para que desta medição, além de não descrever como deve ser realizado este procedimento (CARVALHO, 2014; BRITO *et al*, 2015).

A temperatura refletida é considerada pelos manuais de vários modelos de câmeras termográficas da marca FLIR e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas como um fator que pode influenciar a medição de um corpo vivo ou inanimado, visto que os corpos estão sujeitos a reflexão da radiação do ambiente que ele se encontra (ABNT, 2014; FLIR, 2013).

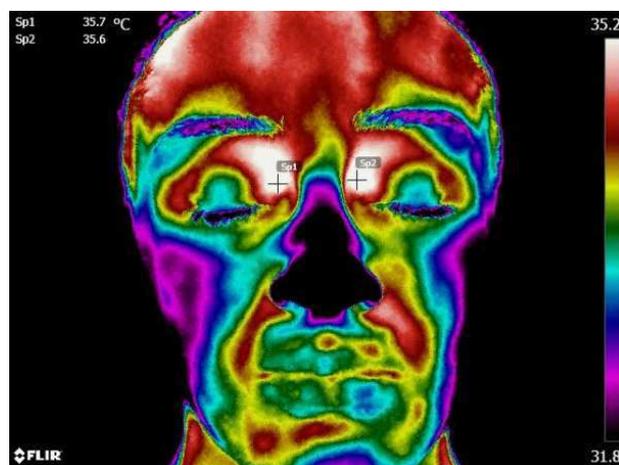
Ainda deve ser considerado o enquadramento ou o posicionamento da máquina termográfica que pode ser vertical ou horizontal (Figuras. 10 e 11). O enquadramento é entendido como o preenchimento do alvo ou superfície que deve ser captado pela lente da máquina termográfica durante o exame. Esta ação é importante, pois evita que o equipamento capte radiação que não seja do objeto ou superfície examinada. Ao passo que se fornece enquadramento adequado, proporciona-se a produção de um termograma com informações mais precisas.

Figura. 10- Termograma da face
(Enquadramento vertical)



Fonte- Autoria própria

Figura. 11- Termograma da face
(Enquadramento horizontal)



Fonte- Autoria própria

Notadamente, tem-se observado enquadramentos que admitem a captação da radiação de elementos além da superfície examinada, especialmente nos exames da face, membros superiores e inferiores, bem como outras porções do corpo humano (HADDAD, 2014; DIBAI FILHO, 2013; BANDEIRA *et al*, 2012, HADDAD, 2011, BRIOSCHI, 2011; FLORES-SHAGUN, 2010).

Considerando que, as bases metodológicas para aquisição de imagens termográficas no corpo humano, apresentam similaridades e, dada a incipiência de estudos termográficos relacionados especialmente à face humana, elencou-se estudos variados sobre Termografia, evidenciando as respectivas metodologias utilizadas antes e durante a realização do exame termográfico e as variáveis monitoradas e/ou controladas nestes estudos. O Quadro 1 apresenta estudos com aplicação da Termografia com suas respectivas metodologias de aquisição de imagens termográficas no período compreendido entre 2006 e 2016.

Quadro 1 – Variáveis monitoradas e controladas na metodologia de vários autores.

VARIÁVEIS	Emissividade	Enquadramento	Temperatura Refletida	Isolamento Térmico	Tempo de Equalização (min)	Temperatura Ambiente (°C)	Distância (m)	Umidade (%)	Velocidade do ar (m/s)
AUTORES/ANO	0,98	-	-	-	20	22-23	2	50	-
BALBINOT, 2006	-	-	-	-	15	20	1,5	50	>0,2
BRIOSCHI, 2007	-	-	-	-	10	22-24	2,34	>50	-
FERREIRA, 2008	0,98	-	-	-	20	20	0,1	-	-
ISABELLE, 2008	0,978	-	-	-	15	20	1	55	>0,2
BRIOSCHI, 2009	-	-	-	-	10	25-28	-	-	-
ARAÚJO, 2009	0,98	-	-	-	20	21,5-22,3	0,95	35-38	-
HILDEBRANDT, 2010	0,98	-	-	-	-	-	1	-	-
FLORES-SHAGUN, 2010	-	-	-	-	10	22	1	-	-
NOGUEIRA, 2010	-	-	-	-	-	21	0,75	>80	>0,2
HADDAD, 2011	0,978	-	-	-	-	18,7-19,3	4	62-69,6	-
MOREIRA, 2011	-	-	-	-	15	-	1	>55	>0,2
BRIOSCHI, 2011	0,987	-	-	-	15	20	1	55	>0,2
BRIOSCHI, 2011	0,978	-	-	-	15	-	1	-	-
SOUZA, 2011	-	-	-	-	-	-	1	-	-
FILVUS, 2011	-	-	-	-	20	21,5-23,5	-	>55	>0,2
DIBAL-FILHO, 2012	0,98	-	-	-	20	22	1	-	-
BALBINOT, 2012	-	-	-	-	15	23-24	-	50-55	-
MARTINS, 2012	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-
BANDEIRA, 2012	-	-	-	-	15	23	-	-	-
SIMÕES, 2012	0,98	-	-	-	15	20	-	50	-
CARVALHO, 2012	-	-	-	-	15	24	-	-	-
ZAPROUDINA, 2013	-	-	-	-	20	23-24	-	-	-
ROSSI, 2013	-	-	-	-	-	20	1	-	-
RODRIGUES-BIGATON, 2013	0,98	-	-	-	20	21-23	1	-	-
CHOI, 2013	-	-	-	-	20	23	1	50	-
PEDREIRA, 2013	0,98	-	-	-	15	21-23	1	50	-
COSTA, 2013	0,98	-	-	-	20	22	1	-	-
BANDEIRA, 2014	-	-	-	-	30	22-23	-	45-50	-
SALVADOR, 2014	-	-	-	-	-	21	-	49	-
CARVALHO, 2014	-	-	-	-	10-15	-	1	-	-
HADDAD, 2014	-	-	-	-	20	21-23	0,71	60	>0,2
OLIVEIRA, 2014	-	-	-	-	-	20-22	1	-	-
AFONSO, 2014	-	-	-	-	-	20-22	1	>80	-
BOLZAN, 2014	-	-	-	-	-	-	1,1	-	-
HADDAD, 2014	-	-	-	-	15	23	0,8	60	>0,2
LUDWIG, 2014	0,97	-	-	-	15	22-23	3	45-55	-
BOLZAS MARINS, 2014	0,98	-	-	-	15	20-22	4	-	-
DIBAL-FILHO, 2015	0,98	-	-	-	15	20-24	1	50	-
SILVA, 2015	-	-	-	-	10	21,1-22,3	4	49,7-3,3	-
HEBERLE, 2015	-	-	-	-	15	23-24	1,3	40-50	-
SALAZER-LOPES, 2015	-	-	-	-	10	22	0,6	50	-
BRITO, 2015	0,98	-	20	-	15	23	1	46	-
RAMOS, 2015	0,98	-	-	-	-	23	1,2	50	-
PEREIRA, 2016	0,98	-	-	-	15	23	1,2	50	-
ROSSIGNOLI, 2016	0,98	-	-	-	15	20	-	-	-

Fonte: Autoria Própria

Ao longo do período considerado para a consulta dos trabalhos citados no Quadro 1, observou-se que não há padronização acerca das variáveis que devem ser controladas e

monitoradas, assim como, nem sempre há justificativa do porquê de se controlar e monitorar tais variáveis. Mesmo, quando são citadas, também não são apresentadas com regularidade ou descritas na metodologia proposta pelo estudo. Deve ainda ser observada a região de interesse (*ROI*) envolvida no estudo. Ainda que o corpo humano seja o objeto de estudo, mecanismos de normalização da temperatura do corpo foram propostos a fim de se evitar medições e leituras em desacordo com a temperatura corporal. Alguns estudos já utilizaram com êxito em vários estudos tais mecanismos de normalização da temperatura do corpo durante realização do exame termográfico (HADDAD, 2014; HADDAD, 2012; BRIOSCHI, 2011; FLORES-SHAGUN, 2010).

A proposta de Abreu (2010), que estabelece a medição da Temperatura do Túnel do Cérebro (*BTT*) configura-se como um novo parâmetro para medição da temperatura central do corpo humano, considerando que esta medição é, até o momento, o mais próximo do que seria a temperatura corpórea real do corpo humano, pois é realizada a leitura da temperatura de vasos que estão bem próximos ao hipotálamo e passam logo abaixo da pele na comissura medial palpebral sem qualquer obstáculo fisiológico ou anatômico a exemplo do tecido adiposo nesta região.

A partir de tais observações, percebe-se a importância de se formular uma sequência de eventos de monitoramento e controle de variáveis que apresentam grande influência nos exames termográficos em seres humanos como forma de se obter termogramas que expressem as condições fisiológicas e/ou patológicas mais precisas e compatíveis com o exame clínico e, conseqüentemente, a elaboração de um plano de tratamento eficaz para o paciente.

CAPÍTULO III

3 METODOLOGIA

Este capítulo será destinado à exposição dos procedimentos metodológicos utilizados para realização do estudo. Sobre este aspecto destacam-se: a caracterização e o local da pesquisa, população, amostra, aspectos éticos, critérios de inclusão, descrição do local de exame, os procedimentos dos exames termográficos realizados.

3.1 Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa pode ser classificada quanto à sua finalidade, abordagem, objetivos e procedimentos.

Quanto à **finalidade** esta pesquisa é **aplicada**, pois os conhecimentos podem ser aplicados na vida real.

Considerando a **abordagem**, é **quantitativa**, pois foram utilizadas técnicas e ferramentas estatísticas para análise dos dados coletados.

Quanto aos **objetivos** esta pesquisa é classificada como **explicativa**, porque aprofunda os conhecimentos sobre Termografia, além de apresentar técnicas inovadoras quanto à sua efetiva utilização.

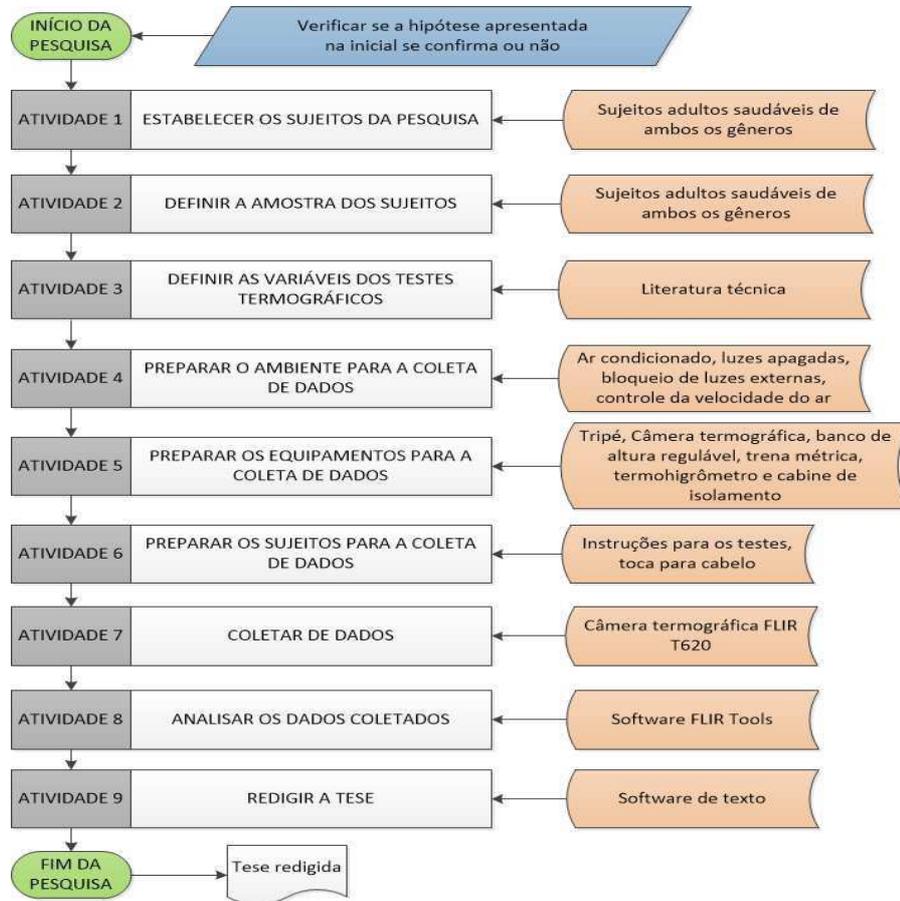
Por fim, em relação aos **procedimentos** tem-se uma pesquisa **experimental**, pois foi realizada em ambiente laboratorial, mediante o controle de variáveis e simulação de cenários que possibilitaram avaliar e analisar a hipótese proposta nesta pesquisa, a fim de reunir informações que possam atestar o refutar a hipótese formulada.

Em relação aos aspectos éticos na pesquisa com seres humanos, este estudo atendeu às normas da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS). O referido estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba UEPB sendo sob o registro do **CAAE: 58220116.4.00005187 (ANEXO A)**.

3.2 Desenvolvimento do procedimento metodológico

A metodologia proposta será seguida de acordo com o fluxo de procedimento metodológico apresentado a seguir segundo cada atividade.

Quadro 2- Fluxo de procedimento metodológico.



Fonte- Autoria própria.

A partir do estabelecimento da sequência metodológica foi possível desenvolver cada atividade descritas e explicadas nos tópicos que se seguem.

3.2.1 Estabelecimento dos sujeitos da pesquisa

Esta atividade se deteve ao estabelecimento do perfil dos sujeitos que participaram desta pesquisa (Figura.12). Segundo a literatura consultada, tais sujeitos foram indivíduos maiores de 18 anos, saudáveis (segundo as normas para exames termográficos) de ambos os gêneros. (BRIOSCHI, 2011; DIBAI-FILHO, 2013; HADDAD, 2014).

Figura 12: Elementos da atividade 01.



Fonte: Autoria própria.

3.2.2 Definir a amostra dos sujeitos

Para executar a atividade 02 (Figura. 13), sobre a população, ela foi composta por acadêmicos da graduação e da pós-graduação da Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica da UFCG. A amostra foi aleatória, constituída por 10 (dez) voluntários, sendo 7 (sete) do gênero feminino e 3 (três) do gênero masculino.



Fonte: Autoria própria.

Para inclusão e exclusão neste estudo, os indivíduos preencheram os seguintes requisitos: ter mais de 18 anos de idade; de ambos os gêneros; não apresentar distúrbios endócrinos; não estar fazendo uso regular de medicamentos que influenciem o exame termográfico; assinatura do TCLE; não apresentar pelos ou erupções (acne, por exemplo) na região de interesse (ROI) da face e; seguir as orientações expostas no TCLE.

3.2.3 Definição das variáveis dos testes termográficos

Acerca do cumprimento da atividade 04 (Figura.14), a definição das variáveis que foram testadas nesta pesquisa foi realizada pesquisa por artigos na literatura pertinente ao tema, mediante consulta a partir de palavras-chaves (Termografia, *Thermography*, Termografia infravermelha, *Termografia Infraroja*, Termografia Médica, Termografia e Fisioterapia, Termografia e Odontologia, *Thermal infrared* etc.) em vários acervos digitais (Periódicos CAPES, *Science Direct*, *Oasis*, *Medline* e *Scielo*) e acervos físicos como livros e normas e manuais técnicos relativos às palavras-chaves citadas.

Figura 14: Elementos da atividade 03.

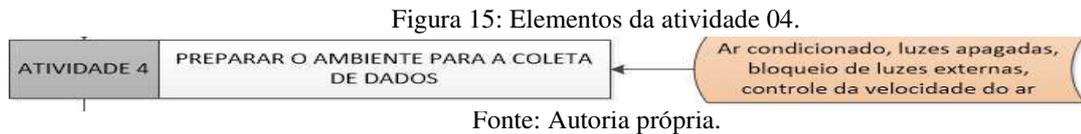


Fonte: Autoria própria.

Com base nas informações coletadas na literatura pesquisada, foram elencadas as seguintes variáveis: Emissividade, enquadramento, isolamento térmico, foco, velocidade do ar, umidade, temperatura ambiente e equalização.

3.2.4 Preparo do ambiente para a coleta de dados

Para o cumprimento da atividade 04 (Figura 15), a pesquisa foi realizada no Laboratório de Engenharia e Segurança do Trabalho (L.E.E.S.T.) vinculado ao Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).



Os exames foram realizados em local especialmente preparado para este fim. No caso, as próprias dependências do L.E.E.S.T., no qual foram feitos alguns ajustes. Tal espaço possui um aparelho de ar condicionado para o controle da temperatura do ambiente e da umidade. O L.E.E.S.T. também conta com lâmpadas fluorescentes que evitam o aumento da temperatura ambiente (ainda que devam estar sempre desligadas) e reflexão. Há cortinas tipo persianas que protegem a sala de fontes luminosas externas. A sala conta ainda com paredes pintadas com cores opacas que evitam e diminuem a reflexão da radiação infravermelha.

Antes da captação das imagens termográficas, o ambiente foi preparado 30 minutos antes com a finalidade de impedir o máximo de interferência de fontes de radiação infravermelhas que não fossem as das faces dos sujeitos da pesquisa, além de promover um ambiente de conforto térmico e umidade adequados para maior precisão dos exames. Para tanto, as luzes permaneceram desligadas, o ar condicionado era ligado para aclimação do ambiente em temperatura controlada na zona de conforto térmico (entre 20°C e 24°C), com uma temperatura ambiente média de 22,19°C. Realizou-se o bloqueio de fontes externas e internas de radiação (persianas fechadas), montagem e calibração do termohigrômetro para monitoramento da temperatura e umidade no ambiente do exame, preparo e calibração da máquina termográfica segundo recomendação do fabricante, que era aguardar 10 minutos após o equipamento ser ligado. Em seguida, os ajustes das configurações no equipamento como emissividade, paleta de cor ou gradiente térmico tipo arco-íris HC (*raibow HC*), distância, temperatura aparente refletida, temperatura ambiente e umidade relativa do ar (ambas registradas pelo termohigrômetro).

3.2.5 Preparo dos equipamentos para coleta de dados

A execução desta atividade depende da aquisição de instrumentos, ferramentas e equipamentos que serão utilizados para realização da pesquisa, mediante a aplicação dos procedimentos elencados (Figura 16).

Figura 16: Elementos da atividade 05.



Fonte: Autoria própria.

Para realização deste estudo foram utilizados os seguintes equipamentos que foram descritos sua utilização passo-a-passo:

- a) Máquina termográfica da marca FLIR, modelo T620;
- b) Tripé da marca Manfrotto;
- c) Termohigrômetro para registro de temperatura e umidade da marca Instrutemp;
- d) Trena laser da marca Super Tech modelo erSP40XT;
- e) Fitas métricas;
- f) Banco giratório com ajuste de altura;
- g) Folha de papel alumínio;
- h) Nicho de isolamento térmico fixado à parede constituído de EVA (painel de 160mmx140mm) e placas de EPS (Poliestireno Expandido - Isopor) de 25mm também revestidas por EVA, formando uma “trave” com as dimensões 10mmx50mmx100mm.

A máquina termográfica utilizada neste estudo (Figuras. 17 e 18) (FLIR T620) atendeu aos requisitos necessários para realização dos experimentos em seres humanos, pois apresenta resolução de produção de imagens de 640 x 480 pixels que favorece uma boa visualização da área analisada (BRIOSCHI, 2011). Outra característica importante é que o espectro de leitura da máquina situa-se entre 7,5 μ m e 15 μ m (infravermelho distante) que é a faixa onde está situada a radiação emitida pela pele. (HADDAD, 2014; BALBINOT, 2012).

Figura. 17- Máquina termográfica T620 (FLIR) (vista frontal).



Fonte: Autoria própria.

Figura. 18- Máquina termográfica T620 (FLIR) (vista lateral).



Fonte: Autoria própria.

O tripé (Figura. 19) foi utilizado para estabilizar a máquina durante a realização dos exames termográficos, facilitando o foco, o enquadramento e a distância.

Figura 19- Tripé (montado).



Fonte- Autoria própria.

O termohigrômetro (Figura. 20) forneceu informações precisas acerca da temperatura e umidade do ambiente (antes e durante os exames), variáveis estas que, se não fossem controladas e monitoradas, proporcionam a produção de termogramas com resultados imprecisos.

Figura 20- Termohigômetro.



Fonte- Autoria própria.

A trena laser (Figura. 21) foi utilizada para demarcar a distância correta entre a máquina e a face do indivíduo, considerando que a distância também influencia a produção de um bom termograma. Também foram instaladas fitas métricas (Figura. 22) no piso a fim de servir de guias para o posicionamento correto da máquina em relação à distância.

Figura 21- Trena laser.



Fonte- Autoria própria.

Em resumo: quanto mais próximo da região examinada, garantindo foco e enquadramento mais precisos, também serão precisas as informações registradas pela máquina termográfica.

Figura. 22- Fita métrica (detalhe).



Fonte- arquivo pessoal.

O banco giratório (Figura. 23) serviu para posicionar e movimentar o indivíduo durante a execução do exame termográfico. Os sujeitos da pesquisa ficaram imóveis e só a cadeira gira de acordo com a região que precisa ser fotografada pela máquina.

Figura.23- Banco giratório.



Fonte- Autoria própria.

A folha de papel alumínio foi usada para determinar a temperatura aparente refletida que também pode interferir na produção de termogramas com informações incorretas. Ela foi montada numa base com dimensões de 16,5 cm x 19 cm com uma haste de madeira fixada por trás da base para promover sustentação sem entrar em contato com o papel alumínio (Figura. 24) A forma de se medir a temperatura aparente refletida encontra-se no manual do Utilizador da FLIR Série EX, bem como na ABNT NBR 16292 de 13 de maio de 2014. O método de medição utilizado neste trabalho foi o método direto.

Figura.24- Folha de alumínio montada.



Fonte- Autoria própria.

Por fim, a estrutura isolante ou nicho de isolamento térmico (Figura. 25) foi utilizado para impedir e/ou reduzir a interferência da radiação infravermelha externa, de modo que a

máquina capte o máximo da emissão de radiação infravermelha da face dos indivíduos examinados.

Ela foi projetada de modo que permitisse a movimentação do indivíduo durante a realização do exame. Foi montada com placas de Poliestireno Expandido (EPS - isopor) com espessura de 25 mm e revestida interna e externamente com E.V.A. de cor preta por se tratar, segundo a literatura, de materiais que têm a capacidade de serem isolantes térmicos. (NAVROSKI et al, 2010; CAMERINI et al, 2009). Além de ser facilmente encontrado no mercado e ter baixo custo.

Figura 25- Nicho de isolamento térmico.



Fonte- Autoria própria.

3.2.6 Preparo dos sujeitos para a coleta de dados

A etapa seguinte destinou-se ao preparo dos indivíduos que participaram desta pesquisa, que precisaram seguir algumas orientações antes e durante o exame termográfico (Fig. 26).

Figura 26: Elementos da atividade 06.



Fonte: Autoria própria.

Após a leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (**APÊNDICE A**), a assinatura do mesmo sobre o desenvolvimento da pesquisa. Após o consentimento, cada

voluntário foi submetido a algumas orientações e perguntas relacionadas ao histórico de dores orofaciais, além de outras informações pertinentes à realização do exame termográfico que terá seu preenchimento iniciado antes do exame termográfico (**APÊNDICE B**). Em seguida, foram orientados a comparecer ao L.E.E.S.T. em ocasião subsequente, observando algumas orientações importantes contidas no TCLE que foram seguidas pelos voluntários antes da execução do exame termográfico, a fim de que se evitassem interferências indesejadas durante a realização do exame.

Todos os exames foram realizados no período da manhã entre 08:00 e 10:30, pois a temperatura ambiente era mais amena, diminuindo a influência durante a execução dos exames termográficos.

Para a realização do exame termográfico, os indivíduos foram conduzidos à sala com condições previamente controladas de temperatura (entre 20° e 24°C), umidade ($\geq 40\% \leq 60\%$). (IIDA, 2005). Também foram monitoradas a velocidade do ar, que se manteve abaixo de 0,2m/s e a temperatura aparente refletida do ambiente antes da realização do exame que foi registrada antes de cada sequência de imagens termográficas.

O monitoramento da temperatura corporal foi realizado, segundo aplicação do método de Abreu (2016), registrando-se a Temperatura do Túnel do Cérebro (*BTT*) realizado pela máquina termográfica após o posicionamento correto de cada indivíduo.

Ainda no preparo do voluntário, este foi orientado a retirar adereços como brincos, colar, *piercings*, óculos ou qualquer outro objeto que possa interferir na captação e análise do termograma. Aqueles que tinham cabelos compridos fizeram uso de touca.

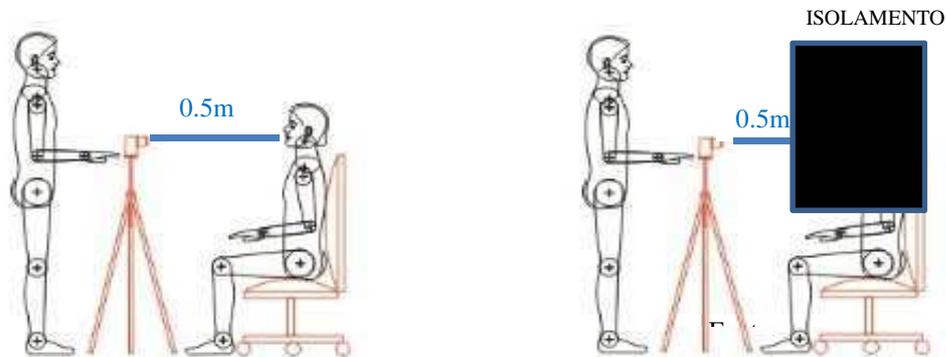
Os indivíduos foram orientados a fechar os olhos antes do registro termográfico frontal para facilitar a observação do gradiente térmico na região das pálpebras, além de proporcionar um bom registro e observação da Temperatura do Túnel Cerebral (*BTT*).

Na sala do exame permaneceram 3 pessoas (operador da máquina termográfica, anotador e o voluntário). O tempo de equalização de cada indivíduo com o ambiente do exame para os cenários que necessitava de equalização foi, em média, de 23 minutos.

Cada voluntário foi posicionado confortavelmente no banco giratório em postura sentada, ereta em frente à máquina termográfica como mostra o desenho esquemático (Figura 27) e, dependendo do cenário da pesquisa, envolvido ou não pelo nicho de isolamento térmico envolta da cabeça e, esta, paralela ao solo, que foi demarcado com distâncias de referências assinaladas no piso da sala. A distância entre a lente do equipamento e a face do voluntário foi de 0,5m para o enquadramento vertical (tipo foto) e para o enquadramento horizontal (tipo

paisagem), de modo que a face do indivíduo preenchesse todo campo do monitor da máquina. As imagens foram captadas de frente na distância e enquadramentos mencionados.

Figura 27- Esquema de captação de imagens da face (Plano frontal).



Fonte- Autoria própria.

Tendo seguido as orientações prévias para a realização do exame, os voluntários foram preparados para a realização dos exames termográficos em oito cenários diferentes: 1) sem isolamento térmico, sem equalização (SISE), enquadramento horizontal (tipo paisagem), 2) em seguida com enquadramento vertical (foto) 3) Com isolamento térmico, sem equalização (CISE), enquadramento horizontal (tipo paisagem), 4) enquadramento vertical (foto); 5) Sem isolamento térmico, com equalização (SICE), enquadramento horizontal (paisagem) e 6) com enquadramento vertical (tipo retrato). 7) Com isolamento térmico, com equalização (CICE), enquadramento vertical (tipo retrato) e 8) enquadramento horizontal (paisagem).

Quadro 3- Cenários em que foram realizados os exames termográficos.

	Isolamento térmico	Tempo de equalização	Enquadramento (vertical)	Enquadramento (horizontal)	Temp. Refletida
CENÁRIO 1 (SISE)	-	-	+	-	+
CENÁRIO 2 (SISE)	-	-	-	+	+
CENÁRIO 3 (CISE)	+	-	+	-	+
CENÁRIO 4 (CISE)	+	-	-	+	+
CENÁRIO 5 (SICE)	-	+	+	-	+
CENÁRIO 6 (SICE)	-	+	-	+	+
CENÁRIO 7 (CICE)	+	+	+	-	+
CENÁRIO 8 (CICE)	+	+	-	+	+

Fonte- Autoria própria.

3.2.7 Coleta de dados

Para a execução da atividade 07 procedeu-se a utilização da máquina Termográfica FLIR modelo T620, na qual foram ajustadas as configurações adequadas para a captação das imagens termográficas dos sujeitos da pesquisa (Fig. 28).

Foram ajustados os parâmetros de distância, temperatura atmosférica, temperatura aparente refletida, umidade relativa do ar e o enquadramento, dependendo do cenário proposto.



Fonte: Autoria própria.

Vale ressaltar a importância de cada variável que será considerada durante a realização dos exames termográficos.

O **isolamento térmico** evita a influência e interferência de radiação indesejada que pode alterar o registro termográfico do que se está sendo examinado. A **equalização** é importante, pois o organismo tende a entrar em equilíbrio térmico com ele mesmo e o meio ambiente mediante a transferência de calor, até que se alcance o equilíbrio térmico no meio ambiente do estudo. O **enquadramento** que visa otimizar a leitura da máquina termográfica, evitando o registro da máquina termográfica de ondas infravermelhas que não sejam do corpo/objeto examinado, de tal maneira que o enquadramento para o exame termográfico é mais eficaz na medida em que o corpo/objeto preenche todo campo de visão da lente do equipamento termográfico. Outra variável considerada neste estudo é a **Temperatura Aparente Refletida**, bastante referenciada nos manuais de instruções dos equipamentos termográficos, em bem como documentada em norma da ABNT. Ela é importante, pois auxilia o equipamento termográfico, estimando a influência da radiação infravermelha indesejada que não é barrada pelo isolamento térmico e **enquadramento**.

À frente do indivíduo, foi posicionada a câmera termográfica (FLIR modelo T620) acoplada ao tripé, calibrada, segundo normas do fabricante e com a emissividade ajustada em 0,98 (valor referente à pele humana) (Figuras 29 e 30). (FLIR, 2013; DIBAI FILHO, 2012; BRIOSCHI, 2011; HILDEBRANDT et al, 2010).

Figura 29- Posicionamento do indivíduo para captação de imagem frontal sem isolamento (vista lateral).



Fonte- Autoria própria.

Figura 30- Posicionamento do indivíduo para captação de imagem frontal com isolamento (vista lateral).



Fonte- Autoria própria.

A temperatura aparente refletida (T.A.R.) também foi registrada e obtida pelo método direto (Figura 31) sempre antes do início da captação das imagens termográficas dos indivíduos para cada cenário definido (ABNT, 2014; FLIR, 2013). A altura da máquina em relação ao solo será condicionada à altura de cada indivíduo submetido ao exame.

Figura 31- Medição da Temperatura Aparente Refletida (T.A.R) .



Fonte- Autoria própria.

Com o indivíduo e a câmera posicionados foi captada 1 imagem termográfica da face frontal em sequência para cada enquadramento (paisagem e retrato) nos referidos cenários, com o posicionador da câmera na região entre os olhos para as imagens frontais. O resumo dos cenários descritos pode ser observado no Quadro 2 e a sequência da metodologia está descrita no Quadro 3.

3.2.8 Análise dos dados

Após a captação das imagens termográficas, estas foram analisadas com o auxílio do *software FLIR Tools* (v.5.12.17041.2002) e avaliadas segundo as variáveis registradas durante a realização do exame (Figura 32).

Figura 32: Elementos da atividade 08.



Fonte: Autoria própria.

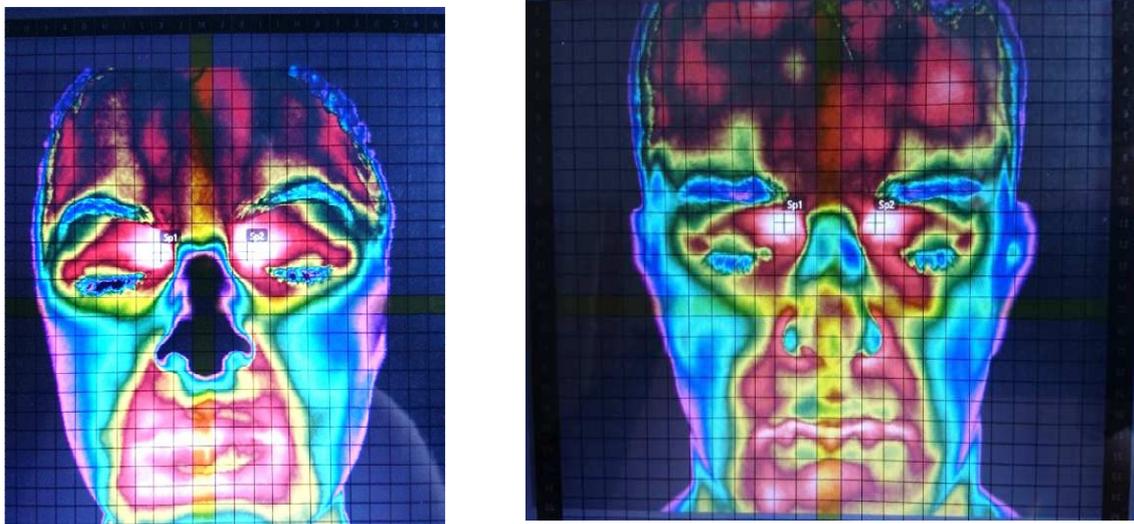
As imagens geradas apresentam uma resolução de 640x480 *pixels* para o modelo de máquina termográfica utilizada neste estudo (FLIR T620). (BRIOSCHI, 2011; HADDAD, 2014).

De acordo com BORCHARTT (2013), a extensão da imagem na qual ela é armazenada pelo *Software* é denominado JPEG radiométrico. Este tipo de arquivo traz informações acerca da temperatura dos pontos selecionados, além de metadados (hora da realização, data, temperatura ambiente entre outras informações. Também armazena a imagem no formato JPEG

para visualização que vem acompanhada de legendas de cores/temperatura e a logomarca do fabricante.

Para auxiliar as análises dos termogramas e promover a confiabilidade na simetria entre o lado direito e esquerdo dos pontos assinalados, desenvolveu-se uma malha em folha de transparência denominada de MGPAT (Malha Graduada Para Análise Termográfica) (APÊNDICE C). Esta malha se apresenta dividida em 4 quadrantes, marcados por letras (eixo X) e números (eixo Y), tendo-se o 0 como a ponta do nariz em plano frontal e lateral que serve como a referência para o posicionamento da MGPAT (Figura 33). A malha foi sobreposta à imagem no monitor (em tamanho sem distorção de 100%) do computador para seleção de pontos ou regiões de interesse para análise de temperatura. Para este estudo foi localizado o ponto mais hiperradiante na comissura medial palpebral. A malha garantiu a localização mais aproximada possível destes pontos ou regiões de forma simétrica no intervalo de cada setor, determinando a mesma localização de maneira simultânea nos dois lados, respeitando-se as alterações anatômicas simétricas de cada indivíduo.

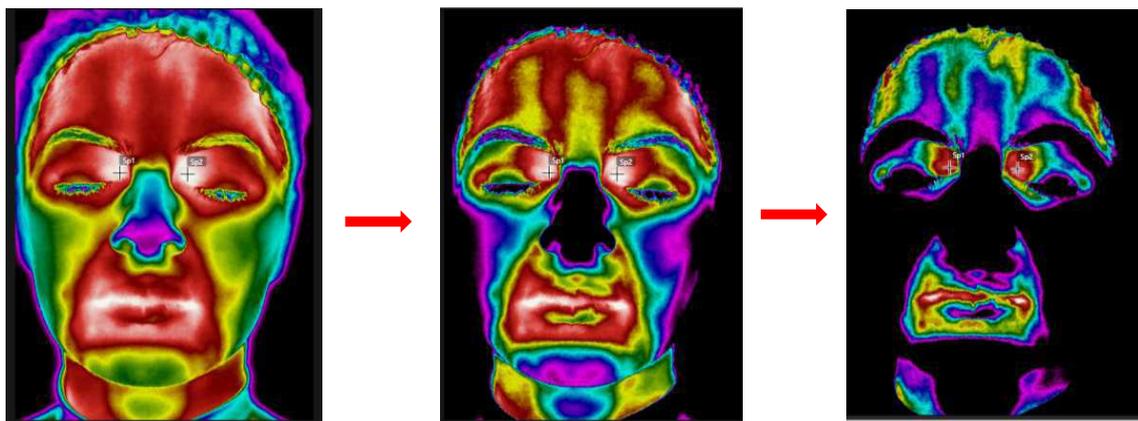
Figura 33- Posicionamento da MGPAT sobre as imagens termográficas (enquadramento vertical e horizontal respectivamente).



Fonte- Autoria própria.

Após a sobreposição da malha graduada procedeu-se o ajuste do gradiente térmico na imagem para localizar o ponto mais hiperradiante da *BTT* (ABREU, 2010) nos dois lados da face, baseado no protocolo proposto por Haddad (2015) (Figura 34) que determinou regiões termoanatômicas na face que servem de referência para auxiliar o diagnóstico por Termografia na face.

Figura 34- Diferentes fases da utilização da isoterma.



Fonte- Autoria própria.

Para tratamento dos dados estatísticos, tabulação e organização destes dados, bem como confecção dos gráficos e tabelas, foram utilizados o *software Excel 2016* e o *software Past Statistics v.2.17*.

A última atividade diz respeito à coleta, análise da hipótese e conclusões, culminando com a redação da tese para apreciação e publicação.

CAPÍTULO IV

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo serão apresentados os resultados obtidos a partir da execução dos procedimentos metodológicos propostos neste estudo. A partir dos resultados serão procedidas análises e discussões com base nos objetivos propostos e na literatura vigente sobre o tema.

A partir do estabelecimento da metodologia, foram realizados experimentos no L.E.E.S.T. com 10 voluntários, 7 mulheres e 3 homens, que seguiram as orientações prévias à submissão do exame.

Após as captações nos cenários descritos na metodologia, as imagens foram carregadas no *laptop* com auxílio do *software Flir tools* (v.5.12.17041.2002), que possibilita o ajuste de várias configurações de maneira mais precisa do que no próprio equipamento termográfico.

Também se fez necessário o ajuste da distância no *software*, considerando que a distância mínima que pode ser determinada na configuração da máquina é de 1 metro. Entretanto, o *FlirTools* permite a alteração de distâncias abaixo de 1 metro. Para este estudo foi utilizada a distância real de 0,5 m para o enquadramento vertical e horizontal respectivamente.

O ajuste da temperatura e da umidade também foi registrado no programa, pois a máquina termográfica apresenta apenas valores inteiros para tais variáveis. Neste caso, trabalhou-se com valores registrados pelo termohigrômetro com uma casa decimal.

Após os ajustes realizados com o auxílio do *software*, procedeu-se a análise de cada imagem realizada com a ajuda da Malha Graduada Para Análise Termográfica (MGPAT) que permitiu a marcação de pontos mais próximos da simetria entre eles com respectiva informação da temperatura (°C) em cada ponto. Foram marcados 2 pontos simétricos no plano frontal, precisamente, o canto méso-superior da órbita ocular, também chamada comissura medial palpebral, considerando a Temperatura Máxima Ocular (TMO), além de evidenciar uma marcação referenciada no trabalho de Haddad (2015) e na publicação de Abreu (2016) que foi denominada de Temperatura do Túnel do Cérebro, (*traduzido do inglês de Brain Tunnel Temperature – BTT*). A importância da marcação destes pontos específicos estima que a temperatura informada por eles representa a temperatura corporal central (ABREU, 2010). Anatomicamente observa-se que a temperatura registrada nesta região é oriunda da passagem da artéria oftálmica que passa bem próximo ao hipotálamo e se ramifica nas artérias supraorbital e supratrocLEAR, sendo um reflexo da temperatura mais aproximada do hipotálamo. A distância

percorrida por estes vasos é muito pequena e sem estruturas isolantes, de modo que a leitura da temperatura desta região é a mais próxima do que seria a temperatura central do corpo do indivíduo.

De cada par de pontos assinalados (os pontos mais hiperradiantes da *BTT* do lado direito e esquerdo) em cada cenário foi calculada a média das temperaturas da *BTT* para que fossem analisadas graficamente e comparadas de acordo com os objetivos propostos neste estudo, bem como o que foi pesquisado na literatura vigente acerca do tema.

O quadro 4 apresenta os dados referentes à temperatura, bem como a média e o desvio-padrão dos dados coletados que foram analisados para a verificação dos objetivos propostos.

Quadro 4 – Registro das *BTT* com Média e Desvio-Padrão.

CENÁRIOS PESQUISADOS								
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
	Sem Isolamento e Sem Equalização (SISE)		Com Isolamento e Sem Equalização (CISE)		Sem Isolamento e Com Equalização (SICE)		Com Isolamento e Com Equalização (CICE)	
ENQUADRAMENTOS PESQUISADOS E AS TEMPERATURAS OBTIDAS (°C)								
°	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical	Horizontal	Vertical
1	35.60	36.10	35.55	35.55	35.55	35.55	35.55	35.65
2	35.65	35.40	35.30	35.40	35.40	35.50	35.10	35.30
3	35.20	35.35	35.20	35.10	35.00	35.10	34.70	35.05
4	35.70	35.75	34.90	35.00	35.00	35.00	34.85	34.80
5	35.65	35.75	35.55	35.75	35.25	35.30	34.85	35.05
6	35.75	35.65	35.25	35.35	35.45	35.55	35.35	35.40
7	35.70	35.90	35.50	35.60	35.65	35.80	35.55	35.40
8	35.40	35.50	35.40	35.40	35.45	35.45	35.20	35.40
9	35.50	36.00	35.25	35.55	35.25	35.40	35.40	35.20
10	36.20	36.45	36.00	36.60	36.15	36.10	36.10	36.25
MÉDIA	35.64	35.79	35.39	35.53	35.42	35.48	35.27	35.35
DESVIO PADRÃO	0.26	0.34	0.29	0.44	0.34	0.32	0.42	0.40

Fonte – Autoria própria.

4.1 Influência da transferência de calor entre o ambiente e os indivíduos durante a equalização

O tempo de equalização dos indivíduos com o ambiente para captação das imagens foi de 23 minutos em média. Este tempo começava a ser medido a partir do momento que o voluntário

entrava na sala do exame. De acordo com Roy *et al* (2006), o tempo de equalização de temperatura dos indivíduos com o ambiente começa após 8 minutos e estabiliza após 16 minutos.

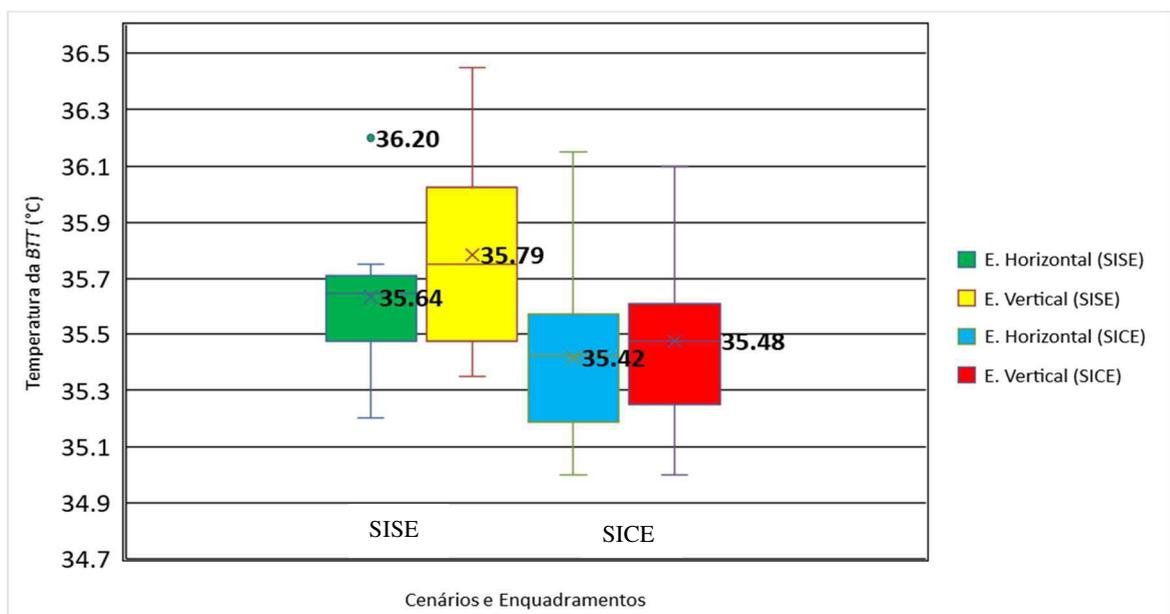
Com relação a análise da transferência de calor entre os indivíduos e o meio ambiente (laboratório) foram comparados os cenários com e sem equalização térmica dos indivíduos, bem como os cenários que não envolveram o isolamento térmico para a realização do exame. De modo que foram analisados os cenários I (SISE) e III (SICE), ambos para os enquadramentos horizontal e vertical.

O Gráfico 1 contém informações acerca da relação entre a transferência de calor entre os sujeitos da pesquisa e o ambiente, considerando a captação de imagens termográficas nos enquadramentos horizontal e vertical respectivamente. Ele expõe bem a variação da temperatura dos indivíduos, revelando uma tendência de variação maior da temperatura quando não há equalização (SISE), de onde também se observa diferença entre os enquadramentos.

Em relação ao desvio-padrão, o gráfico demonstra uma tendência à estabilidade no registro da *BTT* dos indivíduos após a equalização. Os valores de temperatura foram menos dispersos para os cenários com equalização.

Por outro lado, quando há equalização dos indivíduos com o meio ambiente, a transferência de calor tende a se estabilizar como está representado no gráfico com uma menor variação da temperatura dos indivíduos (SICE).

Gráfico 1- Relação entre a *BTT* X cenários em enquadramentos (SICE e SICE).



Fonte – Autoria própria.

Para o enquadramento horizontal a diminuição da temperatura é mais discreta (diferença de $0,22^{\circ}\text{C}$). Já para o enquadramento vertical, mesmo com um discreto aumento na leitura da temperatura com e sem equalização, há um declínio na temperatura. Entretanto, a diferença entre na temperatura para o enquadramento vertical seja maior ($0,31^{\circ}\text{C}$).

Um dado interessante em relação a esta condição é que o registro da *BTT*, mesmo havendo equalização, houve diferença para enquadramentos diferentes.

Para este estudo, a perda de calor para o ambiente entre os sexos foi semelhante, não havendo diferença significativa para ambos os gêneros, considerando a *BTT* como parâmetro. Marins *et al* (2015) encontraram diferenças de temperatura medida por meio da Termografia entre militares do gênero masculino e feminino. Entretanto, não foi considerada a *BTT*.

Como a amostra não foi equivalente para ambos os gêneros, não foi estimado a variação da transferência de calor considerando os gêneros.

Segundo Fernández-Cuevas *et al* (2015) demonstrou temperaturas maiores no sexo feminino, mediante a temperaturas timpânicas, intestinal, retal e peitoral, mas conclui que as variações de temperatura entre os sexos ainda não estão claras ou bem explicadas.

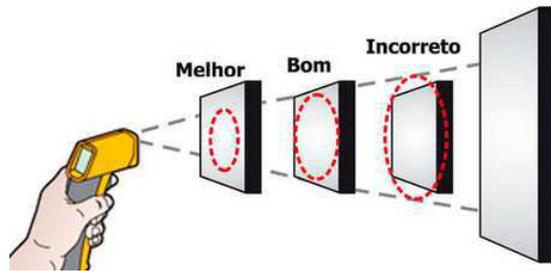
O fato deste trabalho ter tomado como parâmetro uma região que, além de “refletir” o mais próximo da temperatura central do corpo e também não apresenta estruturas isolantes térmicas (tecido adiposo) durante o trajeto do fluxo de calor, reforça a confiabilidade do registro da temperatura nesta região.

4.2 Influência do enquadramento da máquina termográfica durante a execução do exame da face

O enquadramento do objeto para realização do exame termográfico é importante, pois determina a extensão da cobertura do campo visual que a lente do equipamento deve captar, de modo que o máximo da emissão das ondas infravermelhas do objeto/corpo seja captado pela lente da máquina termográfica, ao passo que, também evitará o registro da radiação que não interessam ao exame.

A Figura.35 apresenta o esquema gráfico para o enquadramento correto em registros termográficos.

Figura 35- Desenho de representação do enquadramento adequado.



Fonte- MARIBONDO (2014).

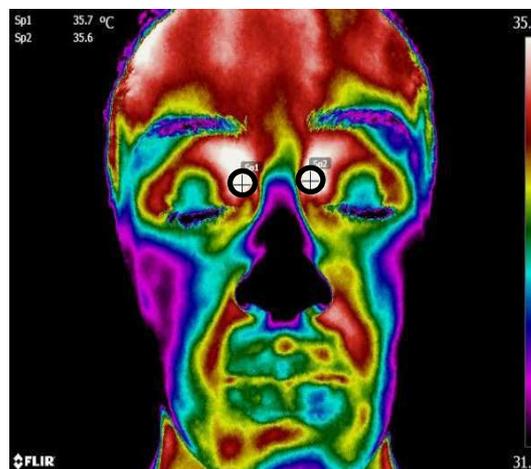
A literatura pesquisada tem apresentado em suas metodologias enquadramentos que permitem a captação de radiação que não seja apenas do objeto examinado que pode interferir neste registro, ou ainda, não capta a radiação infravermelha “total” emitida pelo objeto, possibilitando o registro alterado fornecido pelo equipamento.

O enquadramento da máquina termográfica adequado para captação de imagens da face foi pesquisado, levando-se em consideração o preenchimento do campo de visualização da lente para o objeto examinado, no caso, a face, tendo o parâmetro de medição a média das temperaturas do túnel cerebral.

Como descrito anteriormente, foram captadas imagens em enquadramento horizontal (paisagem), segundo a literatura e o enquadramento vertical (retrato).

Como pode ser observado na Fig. 36, que apresenta uma imagem em enquadramento horizontal, há áreas que não são adequadas para as análises termográficas, entretanto, a lente e o sensor do equipamento registram a radiação nesta região, além de não poder captar a radiação máxima emitida pelo objeto, podendo determinar uma informação alterada, distante do que seria adequado.

Figura 36- Imagem com enquadramento horizontal.



Fonte- Autoria própria.

Por outro lado, como pode ser observado na Fig. 37 o enquadramento tipo vertical (foto) apresenta um campo de preenchimento maior do objeto (face) examinado, diminuindo o registro da leitura de fontes de radiação indesejadas durante o exame termográfico.

Figura 37- Imagem com enquadramento vertical.



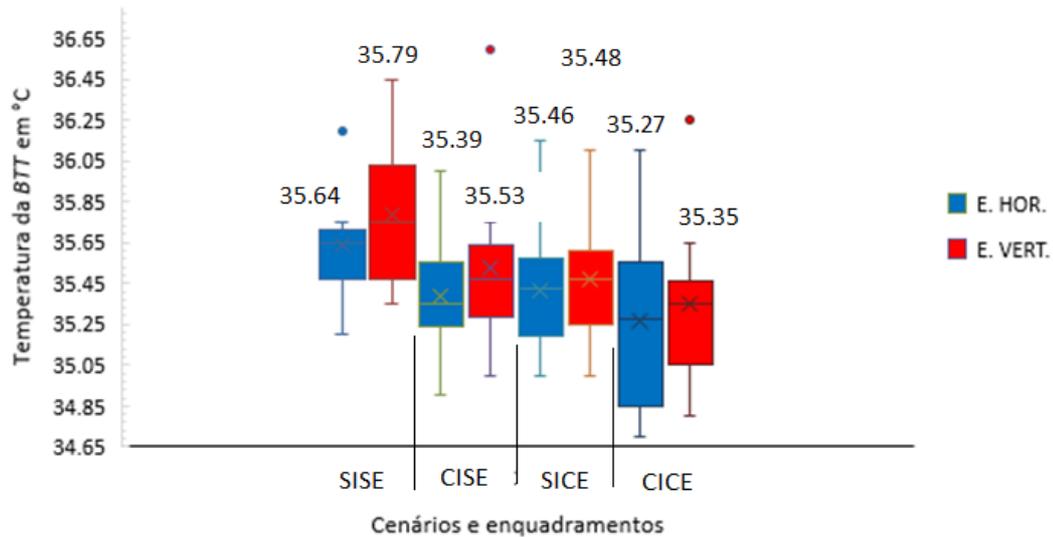
Fonte- Autoria própria.

O registro da temperatura para os cenários estudados apresentou alterações consideráveis quando houve mudança do enquadramento para realização do exame termográfico.

O Gráfico 2 apresenta a variação da temperatura da *BTT* registrada para cada cenário proposto, considerando os enquadramentos horizontal e vertical, respectivamente.

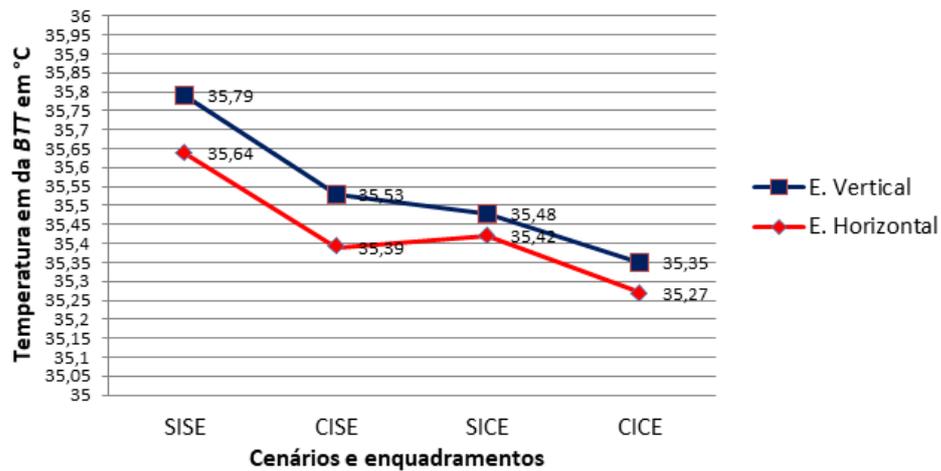
Percebe-se que houve um “realce” no registro das temperaturas com a mudança no enquadramento.

Ainda que pareçam alterações discretas, tais registros podem influenciar resultados futuros em função da temperatura ser elevada a quarta potência quando se observa a equação de Stefan-Boltzman. (vide Equação 6).

Gráfico 2- Relação entre a *BTT* X cenários e enquadramentos (todos os cenários).

Fonte- Autoria própria.

O Gráfico 3 ilustra bem os resultados obtidos, demonstrando alteração no registro das temperaturas do *BTT* para os enquadramentos diferentes.

Gráfico 3- Relação entre a *BTT* X cenários e enquadramentos (todos os cenários).

Fonte – Autoria própria.

As temperaturas registradas para o enquadramento vertical e horizontal são similares em todos os cenários estudados. Entretanto, se percebe que o padrão para tomada de exames termográficos geralmente é realizado no cenário com equalização, sem isolamento e com enquadramento horizontal (SICE) (BALBINOT, 2012; COSTA, 2013; DIBAI-FILHO, 2015). O cenário onde, além da equalização, tem-se o isolamento térmico e o enquadramento vertical, há uma variação de temperatura entre estes dois cenários de 0,21°C.

Mesmo para os cenários analisados sem isolamento térmico, observa-se o registro do aumento da temperatura do *BTT*. Ainda que sejam aumentos discretos, são registros satisfatórios, considerando a variação da Temperatura do Túnel do Cérebro dos indivíduos na ocasião dos exames que foram realizados em sequência.

Deve-se ressaltar ainda que, embora o parâmetro de análise para os cenários analisados seja a *BTT*, o enquadramento aplicado neste estudo foi tomado como base a face dos indivíduos. De modo que, se o enquadramento fosse especificamente para a comissura medial palpebral, local onde se detecta a *BTT*, certamente a temperatura registrada seria maior, pois a lente e os sensores da máquina termográfica captariam apenas a radiação emitida por esta região.

Como este estudo considerou a produção de termogramas da face, foi estabelecido o enquadramento que envolvesse toda a extensão da face dos indivíduos examinados, embora o parâmetro de referência para análise da temperatura tenha sido a *BTT*, registrada de maneira indireta como descrito no trabalho de Sousa *et al* (2015).

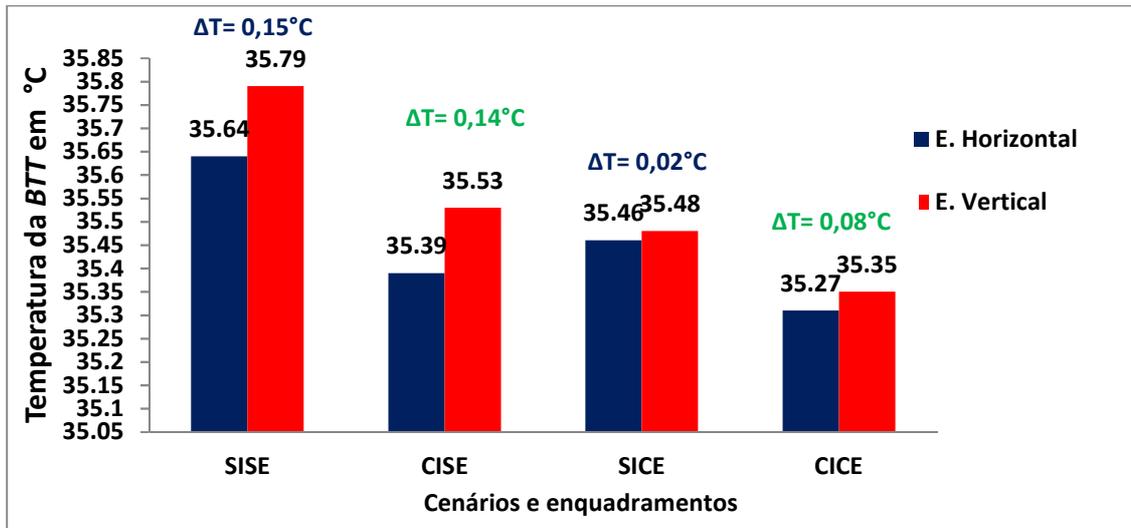
A relação enquadramento/distância é quase sempre inversamente proporcional de modo que, na medida em que se aumenta o enquadramento, se diminui a distância, dependendo da região a ser examinada. Ressalta-se que é importante estabelecer que o enquadramento eficaz diz respeito a ocupação de toda região a ser examinada e captada pela lente do equipamento termográfico. Ressalta-se ainda que foi realizado o enquadramento de toda a face do indivíduo, registrando a *BTT*, situada numa região menor da face, dentro do enquadramento.

É importante registrar a limitação do equipamento termográfico em trabalhar com distâncias inferiores à 0,50 m sem perder o foco da referida região.

4.3 Influência do isolamento térmico na captação das imagens termográficas da face

Como o próprio termo sugere, o isolamento térmico visa barrar a influência da radiação externa a área do exame termográfico, mesmo que este ambiente já esteja controlado com o monitoramento da umidade, temperatura, velocidade do ar, equalização e temperatura refletida.

Foram realizados exames termográficos dos indivíduos com e sem isolamento térmico na mesma sessão de exames. Observam-se os resultados no Gráfico 4.

Gráfico 4- Relação entre a *BTT* X cenários e enquadramentos (destaque para os enquadramentos).

Fonte- Autoria própria.

O gráfico anterior apresenta resultados que atestam a influência do isolamento térmico no registro termográfico. Tanto para os cenários sem e com equalização, há uma tendência de queda no registro da *BTT*.

De antemão, tais resultados demonstram a importância de se fazer o isolamento térmico da área do exame termográfico.

A literatura consultada não apresentou trabalhos que consideraram o isolamento térmico dos objetos/corpos examinados como um procedimento importante a fim de se evitar a influência de radiação infravermelha proveniente do meio que não fosse a do próprio corpo examinado.

O mais próximo, do que poderia ser considerado isolamento térmico como foi tratado neste estudo, foi a utilização de anteparos colocados por trás dos corpos termografados¹. (MARTINS, 2012).

Tais resultados revelam a necessidade de se proporcionar o isolamento térmico em volta do corpo/objeto a ser examinado, pois houve alteração no registro da *BTT*, considerando que os termogramas foram executados em sequência com alteração apenas do cenário para cada captação das imagens.

Outro aspecto importante diz respeito a alteração no registro da temperatura, pois obedecendo ao princípio físico da Equação de Stefan-Boltzmann, na qual a temperatura sofre alteração na ordem da quarta potência (Vide equação 4), o registro feito pela máquina termográfica pode ser incorreto.

4.4 Relação entre a temperatura refletida antes da realização do exame termográfico e os cenários propostos

A temperatura aparente refletida consiste em toda radiação que é captada pela máquina termográfica que não seja do objeto considerado no exame termográfico. O *software* embarcado na máquina termográfica da FLIR apresenta tal recurso, possibilitando o equipamento medir e compensar a radiação que não seja oriunda do objeto estudado.

Entretanto, para que este registro aconteça de maneira correta e adequada, faz-se necessário seguir as recomendações do manual do fabricante que estabelece um protocolo para a realização correta da medição da temperatura aparente refletida. A ABNT, na norma NBR 16292:2014 também fornece informações pertinentes de como fazer a medição da temperatura aparente refletida.

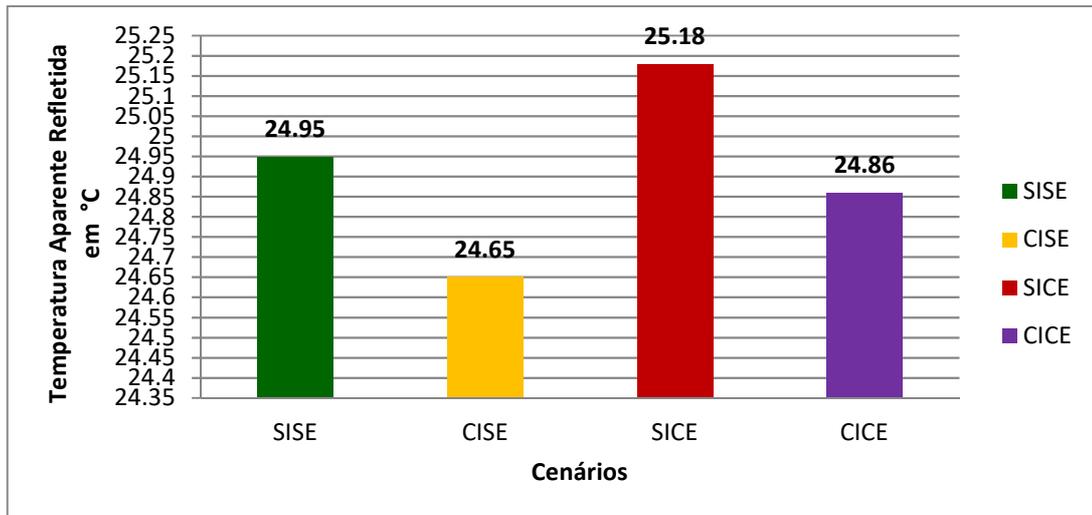
Para este estudo, o método utilizado para a medição da temperatura refletida foi o método direto referenciado na norma da ABNT NBR 16292:2014 e no manual do utilizador da FLIR (2013).

Antes da realização nos exames em cada cenário proposto, foi realizado o enquadramento do equipamento de modo que a base revestida por papel alumínio preenchesse todo o campo da lente. Distância padronizada também foi de 0,5m para todas as medições. Foram realizadas 3 medições de onde se extraiu a média para determinação da temperatura aparente refletida.

O Gráfico 5 apresenta a média dos resultados da temperatura aparente refletida para cada cenário proposto:

¹Termografado: Corpo ou objeto que foi fotografado por uma câmera termográfica.

Gráfico 5- Relação entre temperatura aparente refletida X cenários enquadramentos.



Fonte- Autoria própria.

A partir da exposição do gráfico acima, considerando os cenários com isolamento térmico, observa-se que houve redução no registro da temperatura aparente refletida quando comparados com os cenários sem isolamento térmico.

Considerando os cenários com e sem isolamento térmico e sem equalização, a diferença no registro da temperatura foi de 0,30°C. Para os cenários com e sem isolamento térmico com equalização, a diferença foi de 0,32°C.

A partir da análise dos resultados demonstrados no Gráfico 5, percebe-se que o isolamento térmico influencia a temperatura aparente refletida, tornando-a menor e conseqüentemente, diminuindo sua interferência no resultado do exame.

Em relação à importância do registro da temperatura aparente refletida, a ABNT (2014) e o Manual da FLIR traz, nos manuais de suas máquinas termográficas desde 2005, instruções informando a necessidade e como fazer a medição correta antes do registro do termograma. Estes manuais informam ainda que o registro da temperatura aparente refletida deve ser considerado apenas para materiais com emissividade muito baixa (muito reflexivos).

Entretanto, os resultados apresentados neste estudo realizado com seres humanos (pele), que tem emissividade alta ($\epsilon=0.98$) demonstrou que a temperatura aparente refletida é alterada quando o ambiente do exame está isolado termicamente, demonstrando a necessidade do registro e monitoramento da temperatura aparente refletida também para produção de termogramas com seres humanos.

Apesar de se ter observado alteração no registro da temperatura aparente refletida a partir do isolamento térmico, não foi possível determinar em que proporção a temperatura aparente refletida exerce no ambiente do exame.

Na revisão de literatura, constatou-se a escassez de artigos que tragam informações acerca da temperatura aparente refletida. Brito *et al* (2015) cita o valor que deixou configurado na máquina termográfica antes de produzir termogramas em portadores de dores na região lombar.

Carvalho (2014) também cita a medição da temperatura aparente refletida antes da produção de termogramas das plantas dos pés de seres humanos. Entretanto, não explica a importância nem como se realiza tal medição.

4.5 Verificando o cenário mais adequado e mais preciso para a produção de termogramas da face.

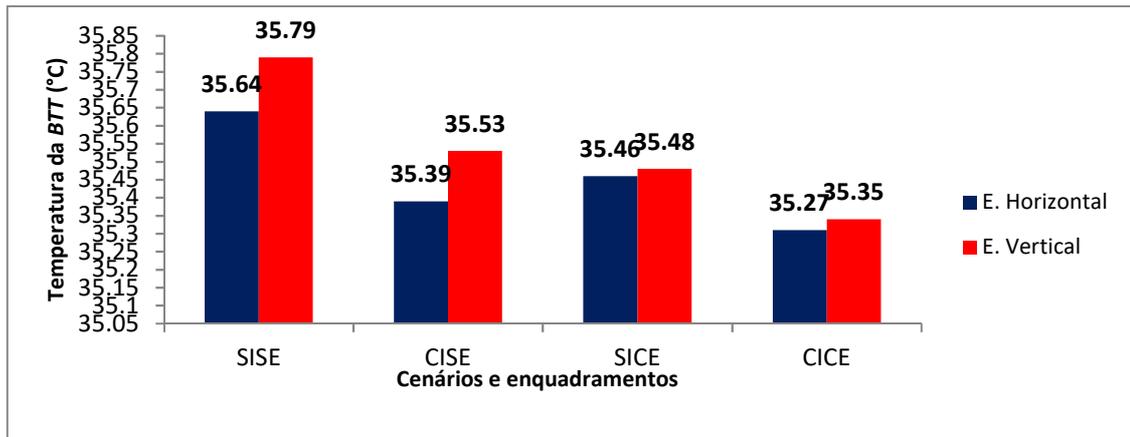
Foram testados 8 cenários diferentes para cada um dos indivíduos, baseando-se no que a literatura pertinente vem abordando nos últimos anos, bem como, situações não encontradas ou não descritas, mas passíveis de serem verificadas à luz dos princípios da Termografia e radiação térmica.

O cenário dito “padrão” para realização de exames termográficos (e não apenas para face) estabelece que os indivíduos passem pela equalização com o meio ambiente onde será realizado o exame; monitora-se a umidade; a temperatura ambiente; sem isolamento térmico em torno do corpo/objeto a ser termografado; a máquina termográfica é posicionada com o enquadramento tipo paisagem; a distância geralmente em torno de 1m (Vide Quadro 1) e; sem o registro da temperatura aparente refletida.

Os resultados apresentam uma tendência onde, quanto mais se puder evitar a interferência da radiação que não seja do objeto/corpo termografado, melhor para o exame.

Não foram objetivos desta pesquisa, mas foi observado ser importante realizar os exames com as luzes apagadas, pelo menos, 30 minutos antes da realização dos exames. Outro aspecto que também merece atenção é aguardar o tempo de equalização do equipamento termográfico recomendado pelo fabricante, a fim de se evitar registros termográficos inadequados.

Considerando os cenários propostos neste estudo (Gráfico 6), tem-se:

Gráfico 6 – Relação entre a *BTT* X cenários e enquadramentos.

Fonte- Autoria própria.

Ao se apreciar o conjunto de variáveis que concorrem para possíveis alterações nos termogramas realizados, observou-se que o enquadramento e o isolamento térmico influenciam diretamente o registro da *BTT* para os diferentes cenários, além da temperatura aparente refletida, ainda que não tenha sido possível quantificar tal influência.

O Gráfico 6 apresenta uma queda gradativa no registro da *BTT*, especialmente para os cenários que envolvem o isolamento térmico e o enquadramento vertical. Ainda que o registro da *BTT* para o enquadramento vertical seja maior que o enquadramento horizontal, como já foi referido, o enquadramento eficaz (quando o campo da lente é preenchido pelo objeto) e o isolamento térmico (que impede a passagem da radiação indesejada de outros objetos), o cenário com isolamento térmico, com equalização e enquadramento vertical se mostrou mais adequado, pois o registro da *BTT* foi otimizado em relação aos outros cenários, pois evidencia o registro da *BTT*, impedindo a interferência de radiação que não seja aquela emitida pela temperatura do túnel cerebral.

Quando se confronta os resultados deste estudo com a literatura vigente, verificou-se a ausência de experimentos realizados com a utilização de estrutura isolante em torno do objeto examinado, bem como a mudança da posição do enquadramento da máquina termográfica de paisagem (horizontal) para vertical (retrato).

CAPÍTULO V

5 CONCLUSÕES

Considerando os objetivos propostos neste estudo à luz da proposta deste Programa de Pós-graduação, foi possível concluir que:

- Com relação à transferência de calor durante o período de equalização dos indivíduos com o ambiente do exame, a temperatura dos indivíduos diminuiu e, após certo tempo, estabilizou. Ressalta-se que os indivíduos que participaram deste estudo eram saudáveis, sem alterações fisiológicas ou patológicas.

- Com relação ao processo de captação de termogramas da face com a variação do enquadramento do equipamento termográfico, considerando a *BTT*, o registro da temperatura aumentou, demonstrando que o máximo de enquadramento do objeto fornece uma informação termográfica mais acurada. Ainda que o enquadramento tenha sido a face, mas o registro da temperatura se deu pela *BTT*, foi constatada alteração neste registro, atestando que o enquadramento correto do objeto que foi termografado possibilitou a captação maior da radiação emitida pela face dos indivíduos examinados, bem como, evitou a interferência de radiação que não era das faces dos indivíduos.

- Com relação ao isolamento térmico no processo de captação de imagens termográficas da face este se mostrou muito importante. Constatou-se que, mesmo numa sala preparada para exames termográficos, o objeto (face) sofre influência de radiação emitida por outros elementos do ambiente do exame. O isolamento térmico possibilitou o registro da média da *BTT* dos indivíduos com valores maiores para os cenários com isolamento térmico, determinando um registro mais preciso, considerando que o processo de captação de imagens termográficas de cada indivíduo foi em sequência, sem alteração do quadro fisiológico dos indivíduos examinados.

- Com relação à temperatura aparente refletida, verificou-se que os registros foram diferentes para cenários com isolamento térmico e sem isolamento térmico. Nos cenários com isolamento térmico, o registro da temperatura aparente refletida foi menor. Verificou-se neste processo que o isolamento térmico reduz a influência da temperatura aparente refletida durante

a realização do exame termográfico. Entretanto, não foi possível quantificar ou determinar a influência causada pela temperatura aparente refletida.

- Com relação ao estabelecimento do cenário mais adequado para o processo de captação de exames termográficos da face entre os 8 cenários propostos e, mediante os resultados encontrados, verificou-se que o cenário com **enquadramento vertical (retrato), com isolamento térmico e equalização** foi o cenário que apresentou registros mais precisos da *BTT*, pois a mudança no enquadramento e a aquisição do isolamento permitiram registros da *BTT* mais precisos. Para este cenário o registro da *BTT* foi maior em comparação aos outros cenários, demonstrando uma informação da temperatura central do corpo (*BTT*) com maior confiabilidade, pois a informação registrada pelo equipamento termográfico foi apenas da *BTT*.

Diante do exposto, pode-se afirmar que a hipótese inicial foi confirmada, ou seja, que existe influência nos resultados obtidos quando se escolhe o tipo de enquadramento do objeto, quando não é considerada a temperatura refletida e quando não é utilizado um isolamento do objeto do meio onde o mesmo se encontra, razão pela qual a não utilização dessas variáveis conjuntamente com as demais já utilizadas no estudo envolvendo seres humanos, fornecerá valores imprecisos ao auxílio ao diagnóstico de processos inflamatórios nas suas fases iniciais.

Por fim, como esta pesquisa não se encerra nesta, propõe-se, para o futuro, as seguintes pesquisas:

- Pesquisa de materiais isolantes térmicos para o revestimento dos nichos usados para a realização dos exames termográficos;
- Confiabilidade da informação termográfica a partir do exame realizado em cabines modulares, isolando totalmente o indivíduo;
- Investigação da forma geométrica mais indicada para uma cabine isolante térmica;
- A influência térmica do examinador durante a realização do termograma do indivíduo que está sendo examinado e;
- A influência do tipo de tecido e da cor do tecido da roupa dos examinadores e examinados durante a realização do exame termográfico.

REFERÊNCIAS

01. ABREU, M.M; HADDADIN, A.S; SHIELDS, B; HINES, R.L; M.D., SILVERMAN, D. G. **Noninvasive Surface Monitoring of Core Temperature Via a Medial Canthal Brain Temperature Tunnel**. Annual Meeting Abstract Website and Abstract Archives. Outubro de 2010. Disponível em: <http://www.asaabstracts.com/strands/asaabstracts/abstract.htm;jsessionid=0E45BBFDCA666C6FC676DE30561CD9CF?year=2005&index=7&absnum=1348> . Último acesso em: 12 de julho de 2017.

02. ABREU, M.M. **Systems and methods for analysis of temperature signals from an Abreu Brain Thermal Tunnel and treatment of human conditions via Abreu Brain Thermal Tunnel**. US. Pat. 0287087, 06 out. 2016.

03. AFONSO, C. **Os efeitos da vibração no perfil térmico do membro inferior**. 17f. (Licenciatura em Fisioterapia). Universidade do Porto, Portugal, Cidade do Porto, 2014.

04. AMERICAN ACADEMY OF THERMOLOGY (AAT). Practice Guidelines Committee of the American Academy of Thermology. **Guidelines For Neuromusculoskeletal Thermography**. Wheeling, WV 26003, USA, 2006.

05. ANALÓGICA INSTRUMENTAÇÃO E CONTROLE, **Temperatura: Histórico e conceitos – artigo técnico**, Belo Horizonte, 2013

06. ANDRADE, W.M. **Dr. Wagner Montemor Andrade - Especialista em disfunção temporomandibular e dor orofacial**. Disponível em: <<http://portal.dordtm.com.br/dtm-disfuncoes-da-atm.html>.> Acesso em 22 de maio de 2014.

07. AQUINO, L. M.M; GUI, M.S.; PIMENTEL, M.J. REIMÃO, R.; RIZZATTI-BARBOSA, C.M. **Temporomandibular disorders in fibromyalgia: a critical view**. Brazilian Dental Science. v.15 (2) p. 27-34 abr./jun. 2012.

08. ARAÚJO, M.C. **Utilização de câmera por infravermelho para avaliação de diferentes patologias em clima tropical e uso conjunto de sistemas de banco de dados para detecção de câncer de mama**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

09. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 16292:2014 – **Ensaio não destrutivo – Termografia – Medição e compensação da temperatura refletida utilizando câmeras termográficas**. 2014.

10. BALBINOT, L.F. **Diagnóstico de neuropatia no *Diabetes mellitus* tipo 2 e no pré-*Diabetes***. 2012. 79f. Tese (Doutorado em Neurociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.
11. BALBINOT, L.F. **Termografia computadorizada na identificação de *trigger points* miofasciais**. 2006. 126f. Dissertação. (Mestrado em Ciência do Movimento Humano-Biomecânica) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.
12. BANDEIRA, F; MOURA, M.A.M; SOUZA, M.A; NOHAMA, P; NEVES, E.B. **Pode a Termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol?** Rev Bras Med Esporte, 18 (4), 2012.
13. BANDEIRA, F; NEVES, E. B; MOURA, M. A. M; NOHAMA, P. **A Termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte**. Rev Bras Med Esporte. 20, (1), 2014.
14. BARDHAN, S; BHOWMIKL, M.K; NATH, S; BHATTACHARJEE, D. **A Review on Inflammatory Pain Detection in Human Body through Infrared Image Analysis** International Symposium on Advanced Computing and Communication (ISACC). Tripura. Índia. 2015.
15. BONICA, J.J. **The management of pain. Anatomic and physiologic basis of nociception and pain**. 2nd ed. Philadelphia: Lea & Febiger. p.28-94. 1990.
16. BOLZAN, C. A. M. **Análise da temperatura cutânea durante teste incremental de esforço em nadadores**. 2014. 86f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina. Florianópolis, 2014.
17. BORCHARTT, T. B. **Análise de imagens termográficas para a classificação de alterações na mama**. 118f. (Tese) Doutorado em Computação. Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro. Niterói. 2013.
18. BOUZAS-MARINS, J.C; DE ANDRADE FERNANDES, A; .GOMES MOREIRA, D; SOUZA SILVA, F; MAGNO A. COSTA, C; PIMENTA, E; SILLERO-QUINTANA, M. **Thermographic profile of soccer players' lower limbs**. Rev. Andal. Med. Deporte. 7(1) :1-6. 2014.
19. BRITO, J.D; SCHMIT, E.F.D; NÓBREGA,S.R; AIRES NETO, S; FERREIRA,J.J.A; ANDRADE, P.R; HONORATO, H. **Alterações termográficas na lombalgia crônica**

- sob tratamento fisioterapêutico: ensaio clínico controlado e randomizado.** ConScientiae Saúde,14(1):89-98. 2015.
20. BRIOSCHI, M. L. **Metodologia de normalização de análise do campo de temperaturas em imagem infravermelha humana.** 2011. 115f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
 21. BRIOSCHI, M. L.; COLNAN, D; ADRATT, E.; LAIBIDA, C.; **Termografia pericial** Em: RBFT, 2011, 1,(3), 82-87. 2011.
 22. BRIOSCHI, M.L.;CHEREM, A.J.;RUIZ, R.C.; SARDÁ JÚNIOR, J.J, SILVA, F.M.R.M. **O uso da Termografia infravermelha na avaliação do retorno ao trabalho em programa de reabilitação ampliado (PRA).** ACTA FISIATR; 16(2): 87-92, 2009.
 23. BRUTON, L. L.; CHABNER, A.,B.; KNOLLMANN, B., C. **As Bases Farmacológicas da Terapêutica de Goodman & Gilman.** 12ª Edição (tradução). ARTMED. Porto Alegre, 2012. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=qsx4cIAwwtcC&pg=PA960&dq=conceito+de+inflama%C3%A7%C3%A3o&hl=pt-BR&sa=X&ei=tsobU47mB5LH0gHf8YDYDw&ved=0CEgQ6AEwBjgK#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 04 jul 2017.
 24. CÂMARA, B. **As 5 fases da inflamação.** Artigo da Internet. Disponível em: <<http://www.biomedicinapadrazo.com/2013/05/as-5-fases-da-inflamacao-e-os-5-sinais.html>>. Acesso em: 08 mar 2017.
 25. CARAMALHO, A. **25 anos em Termografia.** 1ed. Bubok, Portugal. 2012.
 26. CARVALHO, S. L. **Caracterização da distribuição da temperatura na planta do pé.** Dissertação. 123f. (Mestrado em Tecnologia Biomédica). Escola Superior de Tecnologia e Gestão – Instituto Politécnico de Bragança. Portugal, Bragança, 2014.
 27. CARVALHO, A.R; MEDEIROS, D.L; SOUZA, F.T; PAULA, G.F; BARBOSA, P.M; VASCONCELLOS, P.R.O; BUZANELLO, M.R, *et al.* **Variação de temperatura do músculo quadríceps femoral exposto a duas modalidades de crioterapia por meio de Termografia.** Rev Bras Med Esporte – Vol. 18, No 2 – Mar/Abr, 2012.

28. CHIODELLI, L., WEBER, P; PASINATO, F.; SOUZA, J. A.; CORRÊA, E.C.R. **Manifestações clínicas de desordem temporomandibular e inclinação lateral da cabeça.** Revista Terapia Manual-Posturologia.; v.10, n.(50), p.383-388, 2012.
29. CHOI, E; LEE, P; NAHM, F.S. **Interexaminer reliability of infrared thermography for the diagnosis of complex regional pain syndrome.** Skin Research and Technology.19: 189–193. 2013.
30. CAMERINI, N. L; NASCIMENTO, J. W. B.; FOOK, M. V. L.; SOARES, E. A.; SILVA, F. A. S. **Análise de variáveis ambientais em modelos reduzidos de instalações agropecuárias com forro de resíduo de EVA.** Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.4.2,.40-47. 2009.
31. CHUDECKA, M. **Use of thermal imaging in the evaluation of body surface temperature in various physiological states in patients with different body compositions and varying levels of physical activity.** Central European Journal of Sport Sciences and Medicine. Vol. 2, No. 2. 15–20. Szczecin. Poland. 2013.
32. CONSELHO FEDERAL DE ODONTOLOGIA. **Aprova a Consolidação das normas para procedimentos nos conselhos de odontologia.** Resolução N° 63, de 08 de abril de 2005. **Diário Oficial da União.** Seção I, Brasília, p. 104,19 de abril de 2005.
33. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Aprova as seguintes diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.** Resolução N° 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União.** Seção I, Brasília, p. 59-62,13 de junho de. Número 112. 2013.
34. COSTA, A. C. S; DIBAI FILHO, A. V.; PACKER, A. C.; RODRIGUES-BIGATON D. **Confiabilidade intra e interexaminador da análise de imagens infravermelhas dos músculos mastigatórios e trapézio superior em mulheres com e sem disfunção temporomandibular.** Braz J Phys Ther. 2013 Jan-Feb; 17(1):24-31.2013.
35. DA SILVA, T. C. **Concepção, projeto, construção e teste de um aparato experimental para medição de emissividade de ligas com memória de forma.** 85f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Mecatrônicos) – Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Mecânica. Faculdade de Tecnologia, Brasília, 2014.
36. DAS LÂMPADAS INCANDESCENTES ÀS LÂMPADAS FLUORESCENTES Disponível em: [wttp://www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/63_lampadas/incand/funciona03.htm](http://www.ced.ufsc.br/men5185/trabalhos/63_lampadas/incand/funciona03.htm). Acesso em: 22 de maio de 2017.

37. DELGADO, J.M.P.Q. (*Editor*) **Industrial and Technological Applications of Transport in Porous Materials.** *In:* BARREIRA, E; DE FREITAS, S.S; DE FREITAS,V.P; DELGADO, J.M. P.Q. **Infrared Thermography Application in Building Diagnosis: A Proposal for Test Procedures.** Springer. Porto. Portugal. 2013.

38. DIAKIDES, M., BROZINO, J. D., PETERSSON, D. R. **Medical Infrared imaging: principles and practice.** CRC Press Taylor and Francis Group, U.S.,2013. Disponível em:
<http://books.google.com.br/books?id=5BrXeG3XkKoC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 09 de novembro de 2015.

39. DIBAI FILHO, A. V. **Acurácia da Termografia infravermelha do ponto central dos músculos mastigatórios no diagnóstico da disfunção temporomandibular.** 2012. 53f. Dissertação. (Mestrado em Fisioterapia) Universidade Metodista de Piracicaba, São Paulo, 2012.

40. DIBAI-FILHO A. V; GUIRRO E.C. O; FERREIRA, T. K., V; BRANDINO, H. E; VAZ, M. O. L. L; GUIRRO, R. R. J. **Reliability of different methodologies of infrared image analysis of myofascial trigger points in the upper trapezius muscleBraz .** J Phys Ther. Mar-Apr; 19(2), 2015.

41. DRÄGER MEDICAL GMBH. **The significance of core temperature.** Lübeck, Germany, 2015.

42. ELIAS, I. **Ensaio sobre o uso da Termografia infravermelha na avaliação da vitalidade pulpar *in vivo*.** 2008. 95p. Dissertação (Mestrado em Ciência Odontológicas) Universidade de São Paulo. São Paulo. 2008.

43. FEHRENBACH, M.J; HERRING, S. W. **Anatomia ilustrada da cabeça e do pescoço.** Editora Manole LTDA. São Paulo, SP, 1998.

44. FERNANDEZ-CUEVAS, I; MARINS, J. C. B; LASTRAS, J. A; CARMONA, P. M. G; CANO, S. P; GARCIA-CONCEPCION, M. A; SILLERO-QUINTANA M. **Classification of factors influencing the use of infrared thermography in humans: A review.** Infrared Physics & Technology, 71, 2015.

45. FERREIRA, J.J.A. **Efeitos dos exercícios de aquecimento e alongamento na flexibilidade de sujeitos idosos.** 2008. 95f. Tese (Doutorado em Fisioterapia). Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2008.

46. FILUS, R. **Utilização da imagem infravermelha normalizada para diagnóstico de doenças ocupacionais e correlação com eletromiografia de superfície e ressonância magnética.** 127f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2011
47. FORTES, L. S; ALMEIDA, S.S; FERREIRA. M. E. C. **Insatisfação corporal e comportamento alimentar inadequado em jovens futebolistas.** Avaliação Psicológica, , 14(2), 2015.
48. FLIR SYSTEMS, **Manual do Utilizador – Série Flir Ex.** (tradução para a língua portuguesa), Wilsonville. USA, 2013.
49. FLORES-SAHAGÚN, J. H. **Análise e diagnóstico de carcinoma basocelular a partir de imagem infravermelha.** 95f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2010.
50. FLUKE CORPORATION, **Guia de aplicações da Termografia à manutenção industrial,** Everett, USA, 2005. Disponível em: http://support.fluke.com/FInd-Sales/download/asset/2570878_0000_por_a_w.pdf. Acesso em: 16 de maio de 2016.
51. GARCIA, D.R. **Validação da Termografia no diagnóstico de Lesões por Esforços Repetitivos/Doenças Osteomusculares Relacionadas ao Trabalho.** 2004. 125f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Movimento Humano). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre 2004.
52. GUIMARÃES, L. A. **Termografia e seu uso na área odontológica.** 35f. Monografia (Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2005.
53. HADDAD D.S. **Estudo da distribuição térmica da superfície cutânea facial por meio de Termografia infravermelha: Termoanatomia da face.** 2014. 107f. Tese (Doutorado em Diagnóstico Bucal) Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.
54. HADDAD, D. S; BRIOSCHI, M. L; VARDASCA, R; WEBER, CROSATO, E. M; ARITA, E. S. **Thermographic characterization of masticatory muscle regions in volunteers with and without myogenous temporomandibular disorder: preliminary results** Dentomaxillofacial Radiology, 43, 1-7. 2014.
55. HADDAD D.S., BRIOSCHI M.L., ARITA, E.S. **Thermographic and clinical correlation of myofascial trigger points in the masticatory muscles.** Dentomaxillofac Radiol.; 41(8):621-9. 2012

56. HEBERLE, A.B.S; ICHISATO, S.M.T; NOHAMA, P. **Avaliação da mama na lactação por Termografia e presença de dor.** Acta Paul Enferm.; 28(3):256-63. 2015
57. IIDA, I. **Ergonomia, projeto e produção.** 2ª edição revista e ampliada. São Paulo: Editora Edgar Blücher Ltda., 2005.
58. INCROPERA, F. P.; DeWitt, D. P. **Fundamentals of Heat and Mass Transfer.** 6ª Edição, ed. John Wiley & Sons, 2007.
59. LIMA, K.C.S; SILVA, L.B. **Noise exposure and military policy: A review.** Occupational Safety and Hygiene II (Arezes et al. eds.) Taylor & Francis Group, London, 2014.
60. LUDWIG, N; FORMENTI, D; M. GARGANO, M; ALBERTI, G. **Skin temperature evaluation by infrared thermography: Comparison of image analysis methods Infrared.** Physics & Technology 62 .1–6.2014.
61. MARINS J. C. B; FERNANDES A. A; MOREIRA D. G; SILVA, F.S.; COSTA, C.M.A; PIMENTA, E. M; SILLERO-QUINTANA, M. **Thermographic profile of soccer players' lower limbs.** Rev Andal Med Deporte. 7(1):1-6, 2014.
62. MOREIRA, D.G. **Termografia corporal em repouso de homens e mulheres.** 2011. 92f. Dissertação. (Mestrado em Educação Física). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2011.
63. MACIEL, R. (Org.) **Dor orofacial crônica: diagnóstico por Termografia infravermelha.** Tota. Ribeirão Preto, São Paulo, 2016.
64. MARIBONDO, J.F.. **Introdução à Termografia.** Campina Grande: Slides, 43 slides, color. 2014.
65. MARINS, J. C. B; FORMENTI, D; COSTA, C. M. A; FERNANDES, A. A; SILLERO-QUINTANA, M. **Circadian and gender differences in skin temperature in militaries by thermography.** Infrared Physics & Technology, 71, 2015.
66. MARTINS, M.C.F. **Termografia em Engenharia Biomédica- Ensaios Exploratórios.** Dissertação. 2012. 87f. (Mestrado em Tecnologia Biomédica). Escola

Superior de Tecnologia e Gestão – Instituto Politécnico de Bragança. Portugal, Bragança, 2012.

67. MORENO. A.; ZUIM P. R. J.; GOIATO, M.C.; SANTOS, D. M.; BRANDINI, D. A.; ALVES REZENDE, M. C. R. **Aspectos oclusais na etiologia das Desordens temporomandibulares.** Revista Odontológica de Araçatuba, v.33, n.1, p. 22-27, Janeiro/Junho, 2012.
68. NAVROSKI M. C., LIPPERT, D. B, CAMARGO, L; PEREIRA, M.O, HASELEIN, C.R. **Avaliação do isolamento térmico de três diferentes materiais usados na construção e preenchimento de paredes externas.** Ciência da Madeira, v. 01, n. 01, p. 41-51 Pelotas, 2010.
69. NOGUEIRA, F. E. **Análise comparativa das polpas digitais entre gestantes hipertensas e normotensas usando Termografia de infravermelho.** 2010. 68f. Dissertação (Mestrado em Tocoginecologia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
70. OLIVEIRA, K. L. **O interesse da Termografia na detecção de *trigger points* miofasciais. Monografia de investigação.** 75f. (Mestrado Integrado em Medicina Dentária) Universidade do Porto, Faculdade de Medicina Dentária, Portugal, Cidade do Porto, 2014.
71. OLIVEIRA, G.F.P. **Potencialidades da Termografia para o diagnóstico de patologias associadas à humidade.** 2013. 194f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto. Portugal, Cidade do Porto, 2013.
72. OKESSON, J.P. **Tratamento das desordens temporomandibulares e oclusão.** 7^a. Edição (tradução), ELSEVIER: Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?id=DY83AAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=tratamento+das+desordens+temporomandibulares+okeson&hl=pt-BR&sa=X&ei=CM4bU8nAMoGh0QHz34HADA&ved=0CCwQ6AEwAA#v=onepage&q=tratamento%20das%20desordens%20temporomandibulares%20okeson&f=false>>. Acesso em: 04 jul 2017.
73. PAIVA, J. P, e Colaboradores. **Noções e Conceitos Básicos em oclusão, disfunção temporomandibular e dor orofacial.** Livraria Santos Editora: São Paulo, 2008.
74. PEDREIRA, A.F. **Avaliação clínica e termográfica do efeito da fotobiomodulação laser 808 nm após extração de terceiros molares.** Dissertação. 59f. (Mestrado em Odontologia). Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Bahia, Salvador, 2013.

75. PEREIRA, R.R. **Características térmicas de assento de cadeiras escolares por Termografia**. Dissertação 89 f. (Mestrado em Design) – Universidade do Estado de Minas Gerais. Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.
76. PEREIRA, T; CRISTINA NOGUEIRA-SILVA, C; SIMOES, R. **Normal range and lateral symmetry in the skin temperature profile of pregnant women Infrared**. Physics and Technology (artigo on-line) Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350449516302067>. Acesso em 23 de julho de 2016.
77. RAJMANOVA, P; NUDZIKOVA, P; VALA, D. **Application and technology of thermal image camera in medicine** IFAC-PapersOnLine 48-4, 492–497, Ostrava. Czech Republic , 2015.
78. RAMOS, E; REIS, D.C; TIRLONI, A.S; MORO, A.R.P. **Thermographic analysis of the hands of poultry slaughterhouse workers exposed to artificially cold environment**. Procedia Manufacturing, 3, 4252 – 4259. 2015.
79. ROBIM, S.L; CONTRAN,R.S. Patologia. **Bases patológicas das doenças**. 8ª. Edição. (tradução), ELSEVIER. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: http://books.google.com.br/books?id=2O_jYLnXrYC&printsec=frontcover&dq=rob+in+e+contran+livro&hl=pt-BR&sa=X&ei=tswbU73GGZTW0gH66ICYBw&ved=0CC4Q6AEwAA#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 08 maio 2016.
80. RODRIGUES-BIGATON, D; DIBAI FILHO, A.V; COSTA, PACKER,A.C. CASTRO, A.E.M. **Accuracy and reliability of infrared thermography In the diagnosis of arthralgia in women with Temporomandibular disorder**. Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics, 36(4): 253-258. 2013.
81. ROHEN, J.W; YOKOCHI, C; LUTJEN-DRECOLL, E. **Anatomia humana – Atlas fotográfico de anatomia sistêmica e regional**. 5ed. Manole, São Paulo, 2010.
82. ROSSI, C; SEHNEM, E; REMPEL, C. **A Termografia infravermelha na avaliação dos pontos-gatilho miofasciais em patologias do ombro**. ConScientiae Saúde,; 12(2): 266-273. 2013.

83. ROY, R. A; BOUCHER, J.P; COMTOIS, A.S. **Digitized infrared segmental thermometry: time requirements for stable recordings.** Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics. Québec, Canadá July/August, 2006.
84. SALAZAR-LÓPEZ, E; DOMÍNGUEZ, E; RAMOS, J.V; LA FUENTE, J; MEINS, A; IBORRA, O; GÁLVEZ, G; RODRÍGUEZ-ARTACHO, M.A; GÓMEZ-MILÁN, E. **The mental and subjective skin: Emotion, empathy, feelings and thermography.** Consciousness and Cognition 34, 149–162. 2015.
85. SALVADOR, E. H; GONZÁLEZ, F. A; LUNA, A. S. **Aplicación de la termografía infrarroja en medicina legal. ¿Prueba válida para la objetivación de los síndromes dolorosos? Disfunción temporomandibular.** Cuad Med Forense; 20(2-3):77-84. 2014.
86. SANCHES, I.J. **Sobreposição de imagens de Termografia e ressonância magnética: uma nova modalidade de imagem médica tridimensional.** 2009. 168f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.
87. SANTOS, M.T. **Determinação da Emissividade e Análise Microestrutural do Aço Inoxidável Martensítico ASTM A743 CA6NM Decorrente da Soldagem GMAW em Múltiplos Passos com Metal de Deposição AWS 410 NiMo.** 2013.125f. Dissertação (Mestrado em Ciências Mecânicas) Universidade de Brasília, Brasília, 2013.
88. SANTOS, T. B.; LIMA, R. C.F. **Desenvolvimento de ferramenta de auxílio à investigação das aplicações da Termografia em tumores mamários.** XVI Congresso de Iniciação Científica da UFPE, 2008.
89. SARTORETTO, S. C.; BELLO, D. B; BONA, A.D. **Evidências científicas para o diagnóstico e tratamento da DTM e a relação com a oclusão e a ortodontia RFO,** Passo Fundo, v. 17, n. 3, p. 352-359, set./dez. 2012.
90. SILVA, A.G. **Influência da resolução da câmera sobre os resultados da Termografia esportiva In: Resposta termográfica da pele em exercícios realizados com diferentes segmentos corporais em remoergômetro.** 125f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
91. SILVA, D.D.S. **Diagnóstico de patologias em fachadas utilizando Termografia.** 2012. 132f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade do Porto. Portugal, Cidade do Porto, 2012.

92. SIMÕES, R; VARDASCA, R; NOGUEIRA-SILVA, C. **Thermal skin reference values in healthy late pregnancy.** Journal of Thermal Biology 37, 608–614, 2012.
93. SOBRATERM (Sociedade Brasileira de Termografia). **História da Termografia.** Brasil. S/D.
94. SOUSA, E; VARDASCA, R; TEIXEIRA, S; SEIXAS, A; MENDES, J; COSTA-FERREIRA, A. **A review on the application of medical infrared thermal imaging in hands.** Infrared Physics & Technology 85. 315–323, Porto, Portugal. 2017.
95. SOUZA, G.A; BRIOSCHI, M.L; VARGAS, J.V; MORAIS, K.C; DALMASO NETO, C; NEVES, E.B. **Temperatura de referência das mamas: proposta de uma equação** Reference breast temperature: proposal of an equation. Einstein;13(4):518-24, 2015.
96. SOUZA, M. V. **Termografia como exame complementar no Diagnóstico diferencial de LER/DORT em trabalhadores Bancários de Criciúma.** 2011. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Criciúma, Santa Catarina, 2011.
97. TATTERSALL, G. J. **Infrared thermography: A non-invasive window into thermal physiology** Comparative Biochemistry and Physiology, Part A. Ontario, Canada, 2016
98. WALBER, L. F. **Estudo sobre a validade diagnóstica e prognóstica dos critérios de diagnóstico para pesquisa das Desordens Temporomandibulares (RDC/TMD)** 162f. Tese (Doutorado em Prótese dentária) – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
99. ZAPROUDINA, N; AIRAKSINEN, O; MATTI, N. **Are the infrared thermography findings skin temperature-dependent? a study on neck pain patients.** Skin Research and Technology; 19: e537–e544. 2013.

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, R.G. _____ CPF.: _____ em pleno exercício dos meus direitos me disponho a participar da Pesquisa **“OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO METODOLÓGICO PARA AQUISIÇÃO DE IMAGENS TERMOGRÁFICAS DA FACE”**.

Esta pesquisa tem como objetivo geral desenvolver um processo metodológico para aquisição de imagens termográficas da face, que é uma técnica, indolor e não invasiva.

Os exames por Termografia serão realizados Laboratório de Engenharia e Segurança do Trabalho (L.E.E.S.T-UFCG)) em Campina Grande. A mim, como voluntário, caberá autorização para responder o questionário informativo, se submeter ao exame termográfico e seguir alguns cuidados importantes para a realização do exame termográfico, caso contrário, o exame poderá ser comprometido:

- Nas últimas 24 horas do exame: não ingerir estimulantes como cafeína, descongestionantes nasais, analgésicos, antiinflamatórios; não realizar exercícios vigorosos, acupuntura, eletroneuromiografia, fisioterapia e utilizar qualquer tipo de faixa apertada na região da face, cabeça e pescoço.
- No dia do exame: evitar cremes, talcos, perfumes, maquiagens na região da face, cabeça e pescoço, secador de cabelos, chapinhas, fumar; evitar banhos ou duchas quentes até 2 horas antes do exame; está em jejum até 3 horas antes do exame e evitar alisar, palpar ou passar a mão no local que será fotografado.

Estou ciente de que não haverá nenhum risco ou desconforto de qualquer natureza caso você decida participar ou não do estudo.

Também estou ciente de que, ao pesquisador, caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial; entretanto, quando necessário for, poderá revelar os resultados a mim, cumprindo as exigências da Resolução Nº. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/Ministério da Saúde. Tenho conhecimento de que poderei me recusar a participar, ou retirar meu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, não havendo qualquer penalização ou prejuízo para mim. Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho, assegurando assim a minha privacidade em manter tais resultados em caráter confidencial. Não terei qualquer despesa ou ônus financeiro ao participar voluntariamente desta pesquisa, não havendo também qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros a mim e, portanto, não haverá necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável (UFCG).

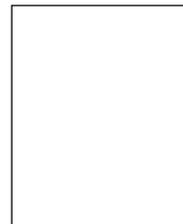
Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, poderei contatar a equipe científica no número (083) 996166736 com **Fernando Antonio de Farias Aires Júnior** ou por e-mail: fairesjr@gmail.com. Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados, com o pesquisador, vale salientar que este documento será impresso em duas vias e uma delas ficará em minha posse.

Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Campina Grande, _____ de _____ 20__.

Fernando A. de Farias Aires Júnior

Assinatura do Participante



Nome do participante: _____

Endereço: _____

Tel.: _____

E-mail: _____

APÊNDICE B – Tabela de registro termográfico

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA – CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS - PPEG

REGISTRO DE EXAME TERMOGRÁFICO N°: _____
DATA DO EXAME: ___/___/___ ÀS: _____

INFORMAÇÕES PESSOAIS

1. NOME: _____ 2. SEXO: 1-M 2-F
3. DATA DE NASCIMENTO: ___/___/___ 4. PESO: _____ 5. ALTURA: _____ 6. IMC: _____
7. ESTADO CIVIL: _____ 8. PROFISSÃO: _____
9. FAIXA DE RENDA:
A- Até 1 salário B- De 1 a 3 salários C- De 4 a 6 salários D- Acima de 6 salários

INFORMAÇÕES TERMOGRÁFICAS:

15. UMIDADE: _____% 16. TEMP. AMBIENTE: _____°C 17. EMISSIVIDADE: _____

INFORMAÇÕES POR CENÁRIO

SISE – SEM ISOLAMENTO – SEM EQUALIZAÇÃO

TEMP. APARENTE REFLETIDA (T.A.R.): _____ TEMP. AURICULAR: _____

1	2	3	MÉDIA °C

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO I

ENQUADRAMENTO HORIZONTAL (PAISAGEM)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO): _____

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO II

ENQUADRAMENTO VERTICAL (FOTO)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO) _____

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CISE – COM ISOLAMENTO – SEM EQUALIZAÇÃO

TEMP. APARENTE REFLETIDA (T.A.R.): _____ TEMP. AURICULAR: _____

1	2	3	MÉDIA °C

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO III

ENQUADRAMENTO HORIZONTAL (PAISAGEM)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO): _____

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO IV

ENQUADRAMENTO VERTICAL

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO): _____

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

(FOTO)

SICE – SEM ISOLAMENTO – COM EQUALIZAÇÃO

TEMP. APARENTE REFLETIDA (T.A.R.):

TEMP. AURICULAR:

1	2	3	MÉDIA °C

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO VENQUADRAMENTO **HORIZONTAL** (PAISAGEM)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO):

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO VIENQUADRAMENTO **VERTICAL** (FOTO)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO):

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CICE – COM ISOLAMENTO – COM EQUALIZAÇÃO

TEMP. APARENTE REFLETIDA (T.A.R.):

TEMP. AURICULAR:

1	2	3	MÉDIA °C

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO VIIENQUADRAMENTO **HORIZONTAL** (PAISAGEM)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO):

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

CENÁRIO VIIIENQUADRAMENTO **VERTICAL** (FOTO)

TEMP. MÁXIMA OCULAR (TMO):

ESQUERDA	DIREITA	MÉDIA °C

ANEXO 1 – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa (Plataforma Brasil)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA - UEPB / PRÓ-
REITORIA DE PÓS-



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA DE EXAME COMPLEMENTAR PARA DORES OROFACIAIS MUSCULARES POR MEIO DA TERMOGRAFIA

Pesquisador: FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 58220116.4.0000.5187

Instituição Proponente: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

Patrocinador Principal: Centro de Ciências e Tecnologia

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.696.958

Apresentação do Projeto:

Projeto encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba para análise e parecer com fins de elaboração e desenvolvimento da pesquisa pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande. Nesse sentido, buscam os pesquisadores, ao justificarem o presente estudo, a Termografia tem se mostrado uma grande aliada no que tange ao auxílio no diagnóstico e acompanhamento de vários agravos na área médica e fisioterápica. Seguindo esta lógica, a Termografia também se mostra bastante promissora no âmbito da Odontologia, especialmente no campo das dores orofaciais, considerando o fato de que estes agravos geralmente resultam em quadros inflamatórios, provocando aumento da temperatura no local, mas que nem sempre no ponto exato de origem da dor. Com a aplicação da termografia é possível diagnosticar de maneira mais precisa e eficaz da dor o local de origem da dor na face, possibilitando um diagnóstico mais rápido, seguro e, conseqüentemente um tratamento de sucesso. Ressalta-se a facilidade da utilização e aplicação da Termografia para o diagnóstico e monitoramento de dores orofaciais, evitando o uso imediato de outros exames a exemplo daqueles que utilizam radiação ionizante.

Endereço: Av. das Baraúnas, 351- Campus Universitário
Bairro: Bodocongó **CEP:** 58.109-753
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)3315-3373 **Fax:** (83)3315-3373 **E-mail:** cep@uepb.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA - UEPB / PRÓ-
REITORIA DE PÓS-



Continuação do Parecer: 1.696.958

Objetivo da Pesquisa:

Desenvolver uma metodologia de exame complementar para o diagnóstico de dores orofaciais por meio da Termografia.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Considerando a justificativa e os aportes teóricos e metodologia apresentados no presente projeto, e ainda considerando a relevância do estudo as quais são explícitas suas possíveis contribuições, percebe-se que a mesma não trará riscos aos participantes da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é relevante científica e socialmente. Trata-se de um estudo de natureza quantitativa, transversal, exploratória e descritiva. Será realizado com a participação de voluntários com relato de dores orofaciais, atendidos na clínica-escola da Faculdade de Odontologia da Universidade estadual da Paraíba, Campus de Campina Grande. Serão selecionados usuários de ambos os sexos que frequentam o Projeto de Extensão chamado Clínica da dor, portadores dores orofaciais. Os voluntários que desejem participar do estudo deverão estar incluídos nos seguintes critérios de inclusão:

- Ter mais de 18 anos de idade; - De ambos os sexos; - Apresentar Índice de Massa Corpórea (IMC) menor que 25 kg/m²; - Não apresentar distúrbios endócrinos; - Não estar fazendo uso regular de medicamentos que influenciem o exame termográfico; - Assinatura do TCLE; - Apresentar histórico de dor orofacial constada pelo exame clínico e pelo Índice Anamnésico de Fonseca (escore superior a 20); - Não apresentar pelos ou erupções (acne, por exemplo) na face.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos necessários e obrigatórios encontram-se presentes.

Recomendações:

Sem recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto encontra-se completo, sem pendências. Diante do exposto, somos pela aprovação.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este Colegiado acata o parecer do relator tendo em vista que o referido estudo atende as exigências protocolares mediante a RESOLUÇÃO/466/12/CNS/MS, que rege e disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos. Diante do exposto, somos pela aprovação total.

Endereço: Av. das Baraúnas, 351- Campus Universitário
Bairro: Bodocongó **CEP:** 58.109-753
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)3315-3373 **Fax:** (83)3315-3373 **E-mail:** cep@uepb.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA - UEPB / PRÓ-
REITORIA DE PÓS-



Continuação do Parecer: 1.696.958

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_766788.pdf	29/07/2016 23:34:10		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	29/07/2016 23:33:19	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto2.pdf	29/07/2016 23:05:51	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto_2.pdf	29/07/2016 23:05:11	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAO.docx	28/07/2016 23:46:04	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_PESQUISADORES2.docx	28/07/2016 23:44:28	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_PESQUISADORES1.docx	28/07/2016 23:44:00	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_DE_COMPROMISSO.docx	28/07/2016 23:43:28	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DECLARACAOINSTITUCIONAL.docx	28/07/2016 23:42:35	FERNANDO ANTONIO DE FARIAS AIRES JÚNIOR	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av. das Baraúnas, 351- Campus Universitário
Bairro: Bodocongó **CEP:** 58.109-753
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)3315-3373 **Fax:** (83)3315-3373 **E-mail:** cep@uepb.edu.br

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA - UEPB / PRÓ-
REITORIA DE PÓS-



Continuação do Parecer: 1.696.958

CAMPINA GRANDE, 26 de Agosto de 2016

Assinado por:
Marconi do Ó Catão
(Coordenador)

Endereço: Av. das Baraúnas, 351- Campus Universitário
Bairro: Bodocongó **CEP:** 58.109-753
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)3315-3373 **Fax:** (83)3315-3373 **E-mail:** cep@uepb.edu.br