

AUTOR: LUCIANE FACHIN BALBINOT

TÍTULO:

**TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA
NA IDENTIFICAÇÃO DE
TRIGGER POINTS MIOFASCIAS**

FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA

2006

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC

CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DESPORTOS

CEFID

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO
HUMANO - BIOMECÂNICA**

LUCIANE FACHIN BALBINOT

**TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA IDENTIFICAÇÃO
DE
TRIGGER POINTS MIOFASCIAS**

*Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Ciências do Movimento Humano-
Biomecânica.*

*Orientador: Prof. Dr. Aluisio Otavio de Vargas Ávila
Co-orientador: Prof. Dr. Milton Antônio Zaro*

FLORIANÓPOLIS – SANTA CATARINA

2006

AUTOR: LUCIANE FACHIN BALBINOT

TÍTULO:

**TERMOGRAFIA NA IDENTIFICAÇÃO DE
TRIGGER POINTS MIOFASCIAIS**

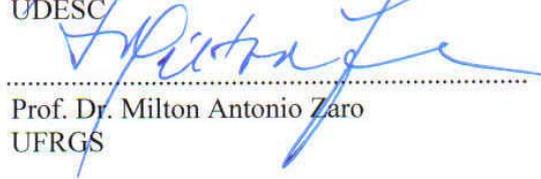
Carta de aprovação:

Dissertação de mestrado em Ciências do Movimento Humano - Biomecânica

Orientador:

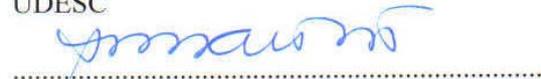

.....
Prof. Dr. Aluisio Otavio de Vargas Avila
UDESC

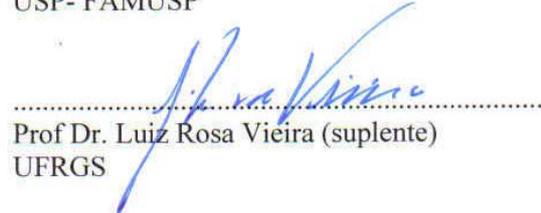
Co-orientador:


.....
Prof. Dr. Milton Antonio Zaro
UFRGS

Banca examinadora:


.....
Prof. Dra. Susana Domenech
UDESC


.....
Prof. Dra. Linamara Rizzo Batistella
USP- FAMUSP


.....
Prof. Dr. Luiz Rosa Vieira (suplente)
UFRGS

Florianópolis, 24 de novembro de 2006.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho só foi possível com o auxílio técnico e material de algumas pessoas imprescindíveis. Seguem-se os agradecimentos.

Em primeiro lugar, ao IBTEC, Novo Hamburgo, e à equipe de seu Laboratório de Biomecânica, pelo empréstimo do termógrafo computadorizado sempre que foi preciso, sem o qual não teria sido possível a coletas das imagens deste estudo; e, em especial, à Andresa Castro Santos pela sua inestimável ajuda científica e sempre amiga.

Ao Professor Doutor Aluisio Ávila, meu orientador, por ter acreditado na proposta deste estudo, integrando áreas da biomecânica à medicina e, proporcionando a oportunidade de meu regresso à vida acadêmica, o que parecia impossível até então.

Ao Professor Doutor Milton Zaro, pelo estímulo e contribuição, desde há muitos anos, à pesquisa científica e, por fazer-me lembrar, desde sempre, que apenas observando-se pela óptica de diferentes paradigmas conseguiremos as respostas para muitas questões importantes em nossas vidas. Sua disponibilidade e crítica, sempre afetuosa, foram de grandioso auxílio.

Ao Professor Doutor Luiz Rosa Vieira, agradeço o auxílio no aprendizado dos recursos da termografia computadorizada, possibilitado pela sua vasta experiência com esta metodologia, enquanto engenheiro eletricitista.

À Professora Doutora Linamara Rizzo Batistella, à Professora Doutora Maria Matilde de Mello Spósito, estendida aos colegas da Divisão de Medicina de Reabilitação (DMR) da Faculdade de Medicina da USP, que por tantas vezes me auxiliaram no complemento de minha formação como médica fisiatra, fazendo desta profissão meu bem mais valioso.

Ao Professor Doutor Andrews Fischer, pela oportunidade de aprendizado teórico e prático na avaliação e tratamento de *trigger points* e pelo seu pioneirismo no uso de métodos de medição de dor, incluindo a algometria e a termografia.

E por fim, mas não menos importante, agradeço a meus pais, pelo apoio incondicional; e ao meu amado esposo, Luiz Fernando Laser, pela sua compreensão e carinho apesar das prolongadas ausências devido à dedicação ao mestrado.

Aos meus queridos pacientes, agradeço a inspiração para a constante busca de soluções na identificação e tratamento de suas dores.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	15
1.1 PROBLEMA	16
1.2 OBJETIVOS	16
1.2.1 Geral	16
1.2.2 Específicos	16
1.3 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS	17
1.3.1 Variáveis dependentes	17
1.3.2 Variáveis independentes	17
1.3.3 Variáveis controladas	17
1.3.4 Variáveis intervenientes	18
1.3.5 Variáveis categóricas	18
1.4 DEFINIÇÃO DE TERMOS	18
1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO	20
1.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO	21
CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
2.1 <i>TRIGGER POINTS</i> E <i>TENDER POINTS</i>	22
2.2 DOR MUSCULO-ESQUELÉTICA: SÍNDROME MIOFASCIAL E FIBROMIALGIA	26
2.2.1 Síndrome Miofascial	26
2.2.1.1 Epidemiologia	27
2.2.1.2 Síndrome Miofascial Aguda	29
2.2.1.3 Síndrome Miofascial Crônica	29
2.2.1.4 Tratamento	30
2.3 EXAME FÍSICO NA SÍNDROME MIOFASCIAL E ALGOMETRIA DE PRESSÃO	31
2.3.1 Algometria de Pressão	33
2.3.2 Músculo trapézio, seus <i>trigger points</i> e áreas de referência de dor, sintomas e sinais autonômicos	34
2.4 DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL	37
2.4.1 Fibromialgia	37
2.5 SENSIBILIZAÇÃO DOLOROSA CENTRAL	38
2.6 TERMOGRAFIACOMPUTADORIZADA	40
2.6.1 Termografia clínica	42
2.6.2 Histórico	43
2.6.3 Aplicações da termografia computadorizada na clínica médica	45
2.6.3.1 Termografia no diagnóstico da Síndrome Miofascial	46
2.6.3.2 Patologias reumáticas	46
2.6.3.3 Neuropatias periféricas e radiculopatias	47
2.6.3.4 Patologias ortopédicas e distúrbios de articulação temporo-mandibular	49
2.6.3.5 Dor de origem simpática (Síndrome Dolorosa Complexa Regional com componente simpático)	51
2.6.3.6 Doenças vasculares e cirurgias cardiovasculares	52

2.6.3.7 Oncologia	53
2.7 FISIOLOGIA DAS ALTERAÇÕES DA TEMPERATURA CUTÂNEA E SUA INTERPRETAÇÃO CLÍNICA	56
2.7.1 O papel do Sistema Nervoso Simpático (SNS) na regulação da temperatura	56
2.7.2 O papel do óxido nítrico no aumento localizado da temperatura cutânea	59
2.7.3 Causas de <i>Hot Spots</i>	59
2.7.4 Manobras provocativas	61
2.8 A TERMOGRAFIA NORMAL	61
2.9 COMO VALORIZAR OS EVENTOS TERMOGRÁFICOS: A TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COMO MEIO DIAGNÓSTICO	63
CAPÍTULO 3 – MATERIAL E MÉTODOS	69
3.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA	69
3.2 CASUÍSTICA	69
3.2.1 Público alvo	69
3.2.2 Convite	69
3.2.3 Critérios de Inclusão	70
3.2.4 Critérios de exclusão	70
3.2.5 Características da amostra quanto ao limiar de tolerância à pressão dolorosa	70
3.2.6 Características da amostra quanto ao tempo de dor e intensidade da queixa dolorosa (VAS)	72
3.3 MÉTODOS	73
3.3.1 Instrumentos utilizados no estudo	73
3.3.1.1 Entrevista clínica	74
3.3.1.2 Escala analógica visual (<i>VAS-Visual Analogic Scale</i>)	74
3.3.1.3 O diagrama de dor	76
3.3.1.4 Algometria de pressão	76
3.3.1.5 Termografia computadorizada	80
3.3.1.5.1 Descrição do comportamento das termografias em diferentes posições de coleta	80
3.4. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS	83
3.4.1 Entrevista clínica	84
3.4.2 Protocolo de exame físico	84
3.4.3 Protocolo para a coleta dos termogramas	85
3.5 REPRODUTIBILIDADE DOS TESTES	87
3.6 PROCESSAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS	88
3.6.1 Análise Estatística	89
3.7 EXAMES RADIOLÓGICOS E LABORATORIAIS	89
3.8 CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO	90
CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS E DISCUSSÃO	91
4.1 DESCRIÇÃO DO DIAGRAMA DE DOR	91
4.2 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS COM ALGÔMETRO DE PRESSÃO	92
4.2.1 Limiar normal de tolerância à pressão por algometria	92
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS <i>TRIGGER POINTS</i> : COMPARAÇÃO COM ALGOMETRIA E DIAGRAMA DE DOR	92
4.3.1 Sujeitos com <i>trigger points</i> identificados pela termografia e algometria	96

4.3.2	Sujeitos com a maioria dos <i>trigger points</i> identificados pela termografia e algometria e <i>trigger point(s)</i> identificado(s) apenas pela termografia	99
4.3.3	Sujeitos com <i>trigger points</i> identificados pela termografia e com algometria inválida (limiar de tolerância à pressão dolorosa inferior ao padrão normal)	102
4.3.4	Sujeitos com <i>trigger points</i> identificados pela termografia e algometria e <i>trigger point(s)</i> não assinalados no diagrama de dor (sem algometria)	105
4.4	DISCUSSÃO	107
 CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE CONTINUIDADE		110
 CAPÍTULO 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		112
 ANEXOS		120

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fisiopatologia da Síndrome Miofascial	24
Figura 2: Posicionamento do sujeito para a palpação do músculo trapézio	32
Figura 3 (a) e (b): Representação dos <i>trigger points</i> de músculo trapézio segundo sua localização e direção das fibras.....	35
Figura 3 (c) e (d): Representação dos <i>trigger points</i> de músculo trapézio segundo sua localização e direção das fibras	36
Figura 4: Comparação entre dermatômos, território de nervos cutâneos e territórios neurovasculares	58
Figura 5: Termografia mostrando <i>hot spots</i> , identificados por marcador elíptico	60
Figura 6: Termografia da região dorsal em sujeito controle	63
Figura 7 (A) e (B): Escala Analógica Visual sob a forma de régua de 10 cm (verso e anverso)	75
Figura 8: Algômetro de pressão no exame físico de <i>trigger points</i>	77
Figura 9: Algometria sobre o músculo deltóide	78
Figura 10: Algometria sobre a crista ilíaca.....	78
Figura 11: Termografia em posição lateral, com foco em músculo deltóide, no sujeito “dezoito”	82
Figura 12: Imagem dorsal do sujeito “dois”	83
Figura 13: Termografia de região tibial bilateral (área de referência óssea).....	87
Figura 14: Termografia da região dorsal após excesso de termalização	88
Figura 15: Termografia da região dorsal, com foco em músculo trapézio, no sujeito “treze”	97
Figura 16: Imagem sem marcadores do sujeito “treze”.....	98
Figura 17: Imagem da região dorsal, com marcadores circulares identificando os <i>trigger points</i> TP2, TP3 e TP4 (sujeito “trinta e dois”)	99
Figura 18: Imagem lateral direita identificando o TP1 direito e um ponto de referência	100
Figura 19: Imagem lateral esquerda identificando o TP1 esquerdo	

e um ponto de referência	101
Figura 20: Termografia da região dorsal, com foco no músculo trapézio, no sujeito “sete”	103
Figura 21: Termografia em posição lateral, com foco em músculo deltóide, no sujeito “ sete”	104
Figura 22: Imagem da região dorsal do sujeito “ vinte e três” da amostra.....	106
Figura 23: Termografia de paciente com dor em região de trapézio direito e importante limitação de amplitudes cervicais deste mesmo lado	108
Figura 24: Termografia da mesma paciente vinte minutos após tratamento com Bloqueio Anestésico e Mesoterapia com antiinflamatório e relaxante muscular	109
Figura 25: Termografia da paciente acima três dias após o tratamento citado.....	109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critérios maiores e menores no diagnóstico da Síndrome Miofascial	27
Quadro 2: <i>Tender points</i> de referência no diagnóstico da Fibromialgia	38
Quadro 3: Escalas de temperatura normais e ΔT valorizáveis segundo autores	62
Quadro 4: Eventos mais valorizados na interpretação dos termogramas	65
Quadro 5: Padrões termográficos anormais classificados por sua fisiopatologia	66
Quadro 6: Escala de graduação da termografia no câncer de mama (<i>Ville Marie Hospital</i>)	67
Quadro 7: Critérios diagnóstico para termografia no câncer de mama do <i>Tokio Cancer Institute Hospital</i>	68
Quadro 8: Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos <i>trigger points</i> pela termografia (sujeito “treze”).....	98
Quadro 9: Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos <i>trigger points</i> pela algometria e termografia no sujeito “trinta e dois”.....	102
Quadro 10: Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos <i>trigger points</i> pela termografia (sujeito “sete”)	105
Quadro 11: Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos <i>trigger points</i> pela algometria e termografia no sujeito “vinte e três”.....	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores normais de limiar de tolerância à pressão nos músculos trapézio e deltóide.....	33
Tabela 2: Tolerância máxima à pressão	33
Tabela 3: Limiar de tolerância à pressão dolorosa anormal, encontrado em dois sujeitos da amostra deste estudo	71
Tabela 4: Dados comparando a capacidade da algometria de pressão e termografia computadorizada em diagnosticar os trigger points miofasciais na amostra	94

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tempo de evolução de queixa dolorosa	72
Gráfico 2: Intensidade de dor e sua frequência na amostra.....	73
Gráfico 3: Total de <i>trigger points</i> identificados na amostra.....	93
Gráfico 4: Percentual de <i>trigger points</i> identificados na amostra, diferenciados por sujeito e por método de identificação	95
Gráfico 5: Total de <i>trigger points</i> , diferenciados de 1 a 6 pela sua localização do músculo trapézio	95
Gráfico 6: Total de <i>trigger points</i> , identificados apenas pela termografia computadorizada	96
Gráfico 7: Total de <i>trigger points</i> , identificados apenas pela algometria de pressão	96

BALBINOT, Luciane Fachin. Termografia computadorizada na identificação de *trigger points* miofasciais. **Dissertação - Mestrado em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina- UDESC. Florianópolis, 2006.**
Orientador: Prof. Dr. Aluisio Otavio Vargas Avila

RESUMO

A termografia, sistema com capacidade de captar a emissividade de luz infravermelha de qualquer superfície reflexiva, faz parte do arsenal atual de instrumentação em biomecânica. Com esta metodologia pode-se avaliar a fisiologia da manutenção térmica através de sua representação cutânea. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a termografia computadorizada na identificação de *trigger points* miofasciais, tendo sido escolhido o músculo trapézio como foco de estudo, por esta ser uma das regiões corporais mais acometidas pela Síndrome Miofascial. Esta síndrome é altamente prevalente na população adulta ativa e, historicamente, sub-diagnosticada por requerer profissional especializado e treinado para estabelecer seu diagnóstico, que é através de exame físico. Os participantes deste estudo compunham uma amostra de trinta sujeitos, quinze homens e 15 mulheres, com idade entre 23 e 70 anos (média de 32,5 anos). A algometria de pressão, método validado amplamente em estudos prévios, foi utilizada como parte do exame físico para confirmação ou não dos eventos da termografia. O equipamento utilizado para coleta dos termogramas foi uma câmara de infravermelho com processamento digital de imagens, com sensibilidade térmica em faixa espectral de 7 a 12 micrômetros, adequada à sua aplicação no diagnóstico médico; o índice de incerteza de medição deste equipamento é de 2% ou 2°C. Para a algometria, utilizou-se um dinamômetro tipo relógio, disponível comercialmente para uso clínico, que permitiu avaliar a pressão aplicada aos pontos de interesse. A identificação dos *trigger points* foi baseada em diagrama de dor preenchido pelo próprio sujeito e utilizando-se parâmetros previamente validados em publicações científicas. A avaliação das imagens foi realizada através de análise descritiva, valorizando-se o evento termográfico correspondente ao *trigger point*, que é um *hot spot* ou, área em formato discóide, com hipertermia de um ou mais graus Celsius em relação a um ponto de referência circunvizinho. A algometria foi usada como método de referência neste estudo. Utilizou-se análise estatística descritiva dos dados para avaliar a sensibilidade e a especificidade da termografia no diagnóstico de Síndrome Miofascial de músculo trapézio. Foram identificados um total de 250 *trigger points*; destes, 198 (79,20%) foram identificados pela algometria e termografia simultaneamente; 41 pontos (16,40%) identificados apenas pela termografia e 11 pontos (4,40%) identificados apenas pela algometria. Concluiu-se que a termografia é eficaz na identificação de *trigger points* miofasciais de músculo trapézio.

PALAVRAS-CHAVE / DESCRITORES: Termografia computadorizada, Biomecânica, Síndromes da Dor Miofascial, Medição da Dor.

BALBINOT, Luciane Fachin. *Identification of myofascial trigger points by computerized thermography.*

ABSTRACT

Computerized thermography, system with ability to capture the infrared light emissivity of any reflexive surface, is part of the current arsenal of instrumentation in biomechanics. Using this methodology, it is possible to evaluate the physiology of thermal maintenance through its skin surface representation. The aim of this work is to evaluate the thermography as the identification method of myofascial trigger points, been chosen the trapezius muscle as study focus since it is one of most affected body regions concerning myofascial syndrome. This syndrome is highly prevalent and historically sub-diagnosed as it requires expert professionals to establish its diagnostic, through physical examination. The participants of this study were gathered as a sample of thirty persons, fifteen men and fifteen woman, ages between twenty three and seventy years (32,5 years in average). The algometry by pressure, highly validated method on previous works, has been used as part of physical examination to confirm the thermography events. The equipment used to collect the thermograms was an infrared camera with digital image processing, with thermal sensitivity for spectral ranges from 7 to 12 micrometers, appropriate for medical diagnostic utilization; the error index for measurement on this equipment is either 2% or 2oC. It has been used a dynamometer, clock type, for the algometry, commercially available for clinical use, which makes possible to evaluate the applied pressure to the focal point. The trigger point identification was based in a pain diagram filled by the own subject using previously validated parameters. The imaging evaluation was done using a descriptive analysis, having been taking in consideration the thermographic event corresponding to the trigger point, the hot spot or a discoid shaped surface, with one or more degrees Celsius hotter if compared to the neighbor reference point. Algometry was used in this work as reference method. It was applied descriptive statistics for evaluate sensibility and specificity in trapezius Myofascial Syndrome diagnoses. A totality of 250 trigger points had been founded: 198 (79.20%) identified by algometry and thermography; 41 points (16.40%) by thermography only; 11(4.40%) identified by algometry only. It was concluded that the thermography is an appropriated method for Myofascial Syndrome diagnostic on trapezius muscle.

Keywords: Computerized thermography, Myofascial Pain Syndromes, Pain Measurement, Trigger Points, Biomechanics.

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO

A temática desta pesquisa está focada no uso da termografia computadorizada por câmara de infravermelho ou, simplesmente **termografia computadorizada**, como meio para diagnóstico da dor miofascial.

Os recursos das técnicas de instrumentação em biomecânica, bem como a aplicação dos seus resultados na medicina, contribuem progressivamente para o avanço científico e interligação destas duas áreas.

Neste contexto, salienta-se a termografia que, através da rápida evolução da informática nas últimas décadas, possibilitou o desenvolvimento de câmaras de infravermelho mais sensíveis, com *softwares* “amigáveis”, renovando o interesse científico pela aplicação desta tecnologia na medicina já previamente consagrada no meio industrial e um tanto quanto desacreditada como meio de diagnóstico clínico nas décadas de setenta e oitenta do século passado, em especial, por falta de rigor científico nas pesquisas.

A avaliação de pacientes com queixas dolorosas é difícil, desgastante e muitas vezes frustrante ao profissional que a esta atividade se dedica; a eficácia de tratamentos que aliviem ou curem a dor depende muito da correta avaliação e do diagnóstico preciso.

Grande parte da dificuldade em se avaliar e tratar DOR é seu componente subjetivo, de difícil quantificação. Há crescente preocupação com esta questão, tanto que a dor já é considerada internacionalmente como o “Quinto Sinal Vital”, enfatizando ainda mais a problemática de sua mensuração (BONICA, 1990; RIBERTO; KAZYIAMA; IMAMURA *et al*, 1997; FISCHER; DUBO; CASSIUS *et al*, 2002).

A Síndrome Dolorosa Miofascial tem alta incidência e prevalência em nosso meio já que seus fatores de risco incluem o sedentarismo, má postura, esforços repetitivos, tensão emocional, todos os presentes em maior ou menor grau em nosso cotidiano. A literatura cita incidência da Síndrome Miofascial variável entre 30% e 93% como queixa primária de dor em Centros de Medicina Geral, nos Centros Especializados em Dor (SIMONS, 1988; LINAKER *et al*, 1997; TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001; PEARCE, 2004) e em ambulatórios de doenças ocupacionais, como diagnóstico secundário aos Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) alcançando 95% (LIN; TEIXEIRA; FISCHER, 1997).

A grande variação dos dados epidemiológicos chama a atenção para uma provável

dificuldade diagnóstica, visto que o critério padrão para detectar os pontos gatilhos ou *trigger points* é o uso do algômetro de pressão e este necessita profissional bem treinado em seu uso (GERWIN, 1995; BRIOSCHI *et al*, 2004; FISCHER, 1998).

1.1 PROBLEMA

Dentro da temática desta pesquisa, que se baseia no uso da termografia como meio diagnóstico da Síndrome Miofascial, formulou-se o seguinte problema:

- *Qual é a sensibilidade e a especificidade da termografia no diagnóstico de trigger points miofasciais ?*

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Geral

- Determinar a sensibilidade e a especificidade da termografia computadorizada no diagnóstico de *trigger points* miofasciais através da análise de imagens termográficas, entrevista clínica e exame físico especializado, incluindo o uso de algômetro de pressão, em sujeitos com queixa de dor sugestiva de Síndrome Miofascial em região dorsal limitada ao músculo trapézio, em uma população semelhante.

1.2.2 Específicos

- Coletar imagens termográficas da região dorsal, incluindo o músculo trapézio, para identificar a presença de *trigger points* nesta região.
- Realizar entrevista clínica para obter dados de identificação dos sujeitos participantes, intensidade da dor através da Escala Analógica Visual (VAS) e obter diagrama de dor preenchido pelo próprio sujeito.
- Efetuar exame físico especializado em regiões de referência e no músculo trapézio, incluindo algometria de pressão para medir o limiar de tolerância à pressão dolorosa e assim, confirmar a presença de *trigger points* quando em comparação com dados da bibliografia de referência.
- Descrever as características das termografias coletadas.

- Identificar *hot spots* nas termografias coletadas, evento este relacionado com a localização exata de um *trigger point*, segundo bibliografia de referência.
- Comparar *hot spots* das termografias com o diagrama de dor, onde estavam assinalados os *trigger points* de cada sujeito.
- Determinar a sensibilidade e a especificidade da termografia computadorizada para identificar *trigger points* miofasciais, através de análise estatística descritiva e, por sua vez, avaliar capacidade da termografia computadorizada em diagnosticar a Síndrome Miofascial.

1.3 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

1.3.1 Variáveis dependentes:

- **Limiar de tolerância à pressão dolorosa:** com o auxílio de um dinamômetro de pressão aqui denominado “algômetro”, realiza-se uma medição que permite avaliar a existência, ou não, de sensibilização dolorosa central, bem como, de co-existência de doenças sistêmicas que amplifiquem a sensação dolorosa. Pode-se, então, comparar os valores medidos com parâmetros de normalidade publicados previamente e com medidas do próprio sujeito no segmento corporal de interesse (FISCHER, 1994).
- **Mapeamento térmico do ponto de referência (músculo deltóide):** medição da temperatura cutânea considerada, no mesmo ponto de referência utilizado para a algometria de pressão (FISCHER, 1994). Optou-se, neste estudo, por acrescentar esta medição com o objetivo de servir como temperatura-controle.

1.3.2 Variáveis independentes:

- **Presença de *trigger point* miofascial:** a identificação de *trigger point* na área de interesse desta pesquisa, através da algometria de pressão e/ou imagem termográfica.

1.3.3 Variáveis controladas:

Variáveis utilizadas para minimizar efeitos indesejáveis nas variáveis citadas acima e permitir reprodutibilidade em suas medidas (GIL, 2002; ALBERNATY; UEMATSU, 1986).

- Temperatura ambiente: entre 23 e 24 °C.
- Umidade relativa do ar ambiente no local de coleta: entre 45 e 50%.
- Isolamento relativo a fontes externas de calor: janelas vedadas com cortinas não reflexivas e inexistência de equipamentos que gerassem calor capaz de aumentar a temperatura ambiente de coleta.
- Protocolo de entrevista criado pela autora, baseado em bibliografia de referência (FISCHER; IMAMURA, DUBO, *et al*, 2002) e testado no estudo-piloto desta pesquisa, tendo sido considerado adequado.

1.3.4 Variáveis intervenientes:

- Intensidade da dor: medida através da Escala Analógica Visual (*VAS*, em inglês), com escala de zero a dez, sendo ZERO a ausência de dor e DEZ, dor máxima (LIN; TEIXEIRA; FISCHER, 1997; FISCHER; IMAMURA, DUBO, *et al*, 2002).
- Tempo de evolução da dor: permite classificar a queixa dolorosa como aguda ou crônica, informação que pode, ou não, ser relevante quando comparada com outros eventos em um mesmo grupo de sujeitos.

1.3.5 Variáveis categóricas

Foram coletadas informações relativas à identificação dos sujeitos participantes, aqui denominadas de variáveis categóricas:

- Idade;
- Sexo;
- Peso corporal;
- Altura.

1.4 DEFINIÇÃO DE TERMOS

- **Dor:** é uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada ou não a lesão tecidual (BONICA, 1990).

- **Medição de dor:** escalas, questionários, testes e outros métodos utilizados para avaliar a seriedade e duração da dor em pacientes, com o objetivo de ajudar no diagnóstico, terapêutica e estudos fisiológicos (BIREME-OPAS-OMS. Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde; www.bireme.org, 2006).
- **Sensibilidade e especificidade (em testes para diagnóstico clínico):** Sensibilidade é a habilidade do teste em identificar corretamente indivíduos que apresentam determinada doença. Especificidade é a habilidade do teste em identificar corretamente indivíduos que não apresentam determinada doença. (BIREME-OPAS-OMS. Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde; www.bireme.org, 2006).
- **Síndrome Miofascial:** é definida como dor muscular regional acompanhada de fenômenos motores, que são a presença da banda tensa e *trigger points* e de fenômenos sensitivos, como a dor localizada, espontânea ou desencadeada pelo estiramento ou palpação. Fenômenos autonômicos tais como parestesia, podem acompanhar o quadro (GERWIN, 2005).
- **Temperatura cutânea:** temperatura da pele, passível de medição através de instrumentos (termômetros); estes podem ser de contato, com auxílio de membranas com substâncias sensíveis a variações de temperatura como, por exemplo, cristais de colesterol, ou através da captação da emissão infravermelha pela pele, medida em watts/cm^2 , pode ser convertida para temperatura em graus Fahrenheit ou Celsius, através de cálculo matemático. Há profunda correlação da temperatura cutânea com sua microcirculação, que é controlada por fibras motoras simpáticas através de vasodilatação ou vasoconstrição (RING; HOUDAS, 1992; TAYLOR *et al*, 1994; LUNDY-EKMAN, 1998; BRIOSCHI *et al*, 2003).
- **Trigger points:** são pontos dolorosos inseridos em uma banda muscular tensa e que, em geral, mas não obrigatoriamente, ao ser pressionado manualmente ou através de um instrumento de pressão por 5,0 a 20 segundos, provoca dor referida, ou seja, uma resposta com latência tardia (GERWIN, 2001).

- **Algometria de pressão:** medição de tolerância máxima à pressão aplicada por um examinador a um sujeito por intermédio do algômetro, que é uma espécie de dinamômetro em forma de relógio, com um disco de borracha na ponta com 1 cm² de área [FISCHER, 1990(a)].
- **Escala Analógica Visual:** escala que mede a intensidade e a magnitude da dor ao longo de uma escala contínua. Consiste de uma linha reta com 10 cm de comprimento. O final da linha é definido como o limite extremo de experiência dolorosa e o início como ausência de dor.
- **Diagrama de dor:** desenho esquemático da região de interesse no estudo onde o sujeito é orientado a registrar através de um *X* os locais de maior dor. Este registro tem por finalidade orientar a palpação muscular e a algometria de pressão durante o exame físico (FISCHER; IMAMURA, DUBO; *et al*, 2002).
- **Hot spot:** definição dada por alguns autores para descrever a manifestação de um *trigger point* à termografia; trata-se de uma área de formato discóide, com cerca de um cm² de diâmetro e com diferença de temperatura de região circunvizinha (ΔT) de 0,5 °C a 1,0 °C (FISCHER; CHAN, 1986).
- **Termografia Computadorizada por Infravermelho, Teletermografia, Termografia Cutânea:** registro de imagens térmicas corporais com equipamento composto de câmara com sensor de infravermelho, vinculada a um computador, contendo *software* capaz de processar a imagem obtida pela câmara (RING, 1988). Optou-se, neste estudo, pela utilização do termo TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA por ter sido julgado o mais adequado, por questões técnicas relativas às características do equipamento utilizado.

1.5 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Esta pesquisa foi delimitada em avaliar a imagem térmica através do uso de termógrafo por infravermelho, da região do músculo trapézio, em indivíduos com queixa de dor sugestiva como sendo de origem miofascial. Indivíduos de ambos os sexos, com faixa etária entre vinte e três e setenta anos de idade foram termografados e submetidos a exame

físico com o uso de algômetro de pressão nos pontos doloridos do músculo trapézio para confirmação ou não da existência de *trigger points* miofasciais.

1.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O objetivo inicial do presente estudo era aprofundar o estudo do comportamento térmico dos *trigger points*, na tentativa de determinar, através de gradientes de temperatura, sua diferenciação entre ponto ativo e latente. Pretendia-se avaliar, também, as zonas de referência de dor para os membros superiores, não tendo sido possível pelas características da população escolhida, em sua maioria bancários ou em atividades repetitivas manuais, com prováveis outros diagnósticos concomitantes à Síndrome Miofascial, não objetos do presente estudo (vários pontos hipertérmicos observados nas imagens fora do músculo trapézio).

O grupo de sujeitos selecionados de maneira aleatória intencional para comporem um grupo controle, formado por trinta sujeitos não queixosos de dor em região de músculo trapézio, teve que ser excluído em sua quase totalidade; apenas um dos sujeitos não apresentava *trigger points* ao exame físico com uso de algômetro de pressão ou à termografia computadorizada, no músculo trapézio, não preenchendo, então, o critério principal de inclusão.

A diferenciação entre *trigger points* ativos e latentes através da termografia computadorizada também não foi realizada, devido a limitações do equipamento utilizado nas coletas das imagens. Há, também, a discussão entre alguns autores sobre se esta diferenciação realmente existe e, mesmo, se esta é importante (FISCHER; CHAN, 1986; GERWIN, 2001). No caso desta pesquisa, o termógrafo computadorizado utilizado não permitia diferenciação entre temperaturas menores do que 0,55 °C, por limitação do software disponível, o que seria necessário na pesquisa desta diferenciação.

CAPÍTULO 2 – FUNDAMENTOS TEÓRICOS E REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

2.1 TRIGGER POINTS E TENDER POINTS

O estudo da fisiopatologia dos pontos gatilho, aqui denominados *trigger points*, iniciado na década de 70 do século passado veio a reduzir a confusão e dúvidas relativas a esta definição. Trata-se de área circular em torno de 1 cm de diâmetro, com hiperirritabilidade, usualmente inserido em uma banda tensa de um músculo esquelético ou em sua fáscia, que é doloroso à compressão e que pode ter características de irradiar ou referir dor e fenômenos autonômicos à distância (FISCHER, 1986, 1987, 1990, 1994). São tradicionalmente identificados através de exame físico especializado da região corporal acometida e geralmente dolorosa.

Os achados mínimos para identificação de *trigger points* musculares inclui, primeiramente, a presença de banda tensa (*taut band*) que é um grupo contraído de fibras musculares que percorrem o músculo, não sustentada pela atividade de um motoneurônio α , ou seja, não é um espasmo muscular e logo, não apresenta atividade elétrica que justifique a manutenção da contratura; é um mecanismo ativado e sustentado pelo mecanismo contrátil da própria fibra muscular (FISCHER, 1990; GERWIN, 1995; MUSSE, 2001).

A banda tensa é o primeiro sinal de resposta muscular à excessiva tensão biomecânica.

A origem da banda tensa não é ainda bem clara, mas está diretamente relacionada ao mecanismo molecular da contração muscular. Placas motoras disfuncionais são encontradas em maior número em bandas tensas do que em porção não contraída do músculo e podem ser responsáveis pelo encurtamento do sarcolema das fibras musculares acometidas. Anormalidade no complexo de placa motora da junção mioneural, que inclui os terminais sinápticos que liberam acetilcolina, a fenda sináptica e a membrana muscular pós-sináptica, parece ser o ponto de partida (MENSE, 1997).

O evento observável na eletroneuromiografia das bandas tensas é a presença de pequenos potenciais negativos-positivos conhecidos como Potenciais de Placa ou “Ruído de Placa”. Esta atividade elétrica é chamada de “atividade espontânea” e está unicamente relacionada com a zona de dolorimento na banda tensa (CHUNG *et al*, 2004). Postula-se que a liberação excessiva de acetilcolina (ACH) pelas placas motoras disfuncionais seria a responsável pela intensa contração local.

Gerwin e Duranleau (1997) demonstraram, pela primeira vez, a imagem da banda tensa através do auxílio da ultrassonografia. Definiram que a banda tensa mede entre oito a dez centímetros de comprimento; também documentaram o *twitch* (disparo) do *trigger point* através da estimulação com agulha seca.

Sabe-se também que a contração muscular é um mecanismo cálcio-dependente e ocorre em nível molecular pelo processo de deslizamento dos filamentos actina-miosina dentro do sarcômero. O alongamento da fibra muscular requer a separação por quebra desta ligação molecular dos filamentos. Quando os sarcômeros estão tão densamente contraídos como no caso das bandas tensas, pode ocorrer destruição do complexo miosina-tinina na banda Z, encurtando a fibra muscular. Entretanto, este processo é reversível com a restauração das condições fisiológicas musculares, em especial, através da identificação dos *trigger-points*, sua desativação e imediato relaxamento da banda tensa, palpável ao exame manual (MENSE, 1997).

Quando um músculo é submetido a uma tensão biomecânica acima de seu limiar de tolerância fisiológico, há ativação de estruturas com função protetora e de alerta a uma possível lesão. São estas: os nociceptores musculares periféricos, inicialmente, que são fibras amielínicas em forma de terminações nervosas livres (limiar de excitação baixo), as fibras nervosas finas adjacentes, as zonas de projeção medular, as vias ascendentes, as vias descendentes e os sistemas supra-espinhais ou centrais.

A seqüência de eventos musculares, então, se dá através da liberação de substâncias neurovasoativas, como o potássio, em maior concentração local, liberado por lesão do retículo sarcoplasmático, a serotonina (5HT), originária das plaquetas pela lesão vascular (potencializadora da bradicinina), a bradicinina (BK), de origem protéica plasmática, que surge por modificações de pH, isquemia e eventos de coagulação (potente sensibilizador dos nociceptores musculares aos estímulos mecânicos) e as prostaglandinas (em especial a PGE₂, da via de degradação dos fosfolipídios de membrana celular e também vasoativa).

A substância P, a Somatostatina (SOM) e o CGRP (Peptídeo Calcitonina Relacionado com o Gene) são sintetizados no gânglio da raiz dorsal (medula) e transportados para as vesículas das terminações nos nociceptores musculares para serem liberados quando da necessidade de maiores alterações vasculares protetoras, estimulando assim terminações nervosas adjacentes a ampliar a zona afetada (MENSE, 1997).

Um mecanismo proposto para liberação destas substâncias é o desenvolvimento de isquemia focal secundária à compressão capilar pela banda tensa. A ativação dos terminais nervosos periféricos ativa, por sua vez, células do corno posterior da medula e desta forma

possibilita a hipersensibilidade dos locais dolorosos e sua expansão como dor referida (TRAVELL; SIMON, 2006).

Então, a gênese da Síndrome Miofascial, diagnosticada pela identificação da banda tensa e do *trigger point*, tem a seguinte seqüência de eventos: estímulo nociceptivo, liberação e acúmulo de substâncias vasoativas, edema local, sensibilização de nociceptores periféricos, congestão venosa, isquemia, depleção de ATP, falência na recaptção de Cálcio, contratura da fibra muscular, constante estímulo nervoso nociceptivo aferente, sensibilização do Sistema Nervoso Central, aumento da atividade neuronal com eferência motora reflexa, criando padrões antálgicos compensatórios (vide figura 1, abaixo). Se estes estímulos nociceptivos perpetuam, o risco de evolução de um quadro crônico é elevado (MENSE, 1993; 1994).

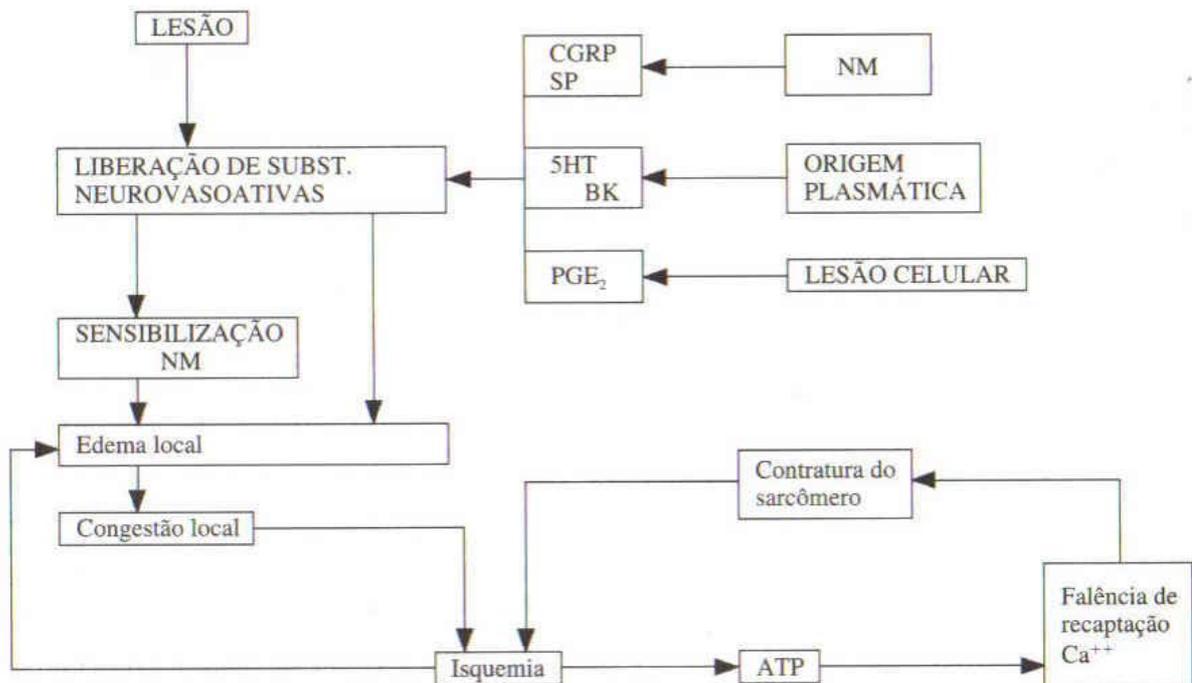


Figura 1 - Fisiopatologia da Síndrome Miofascial.

Lesão muscular com liberação de substâncias neurovasoativas, que levam à sensibilização do neurônio motor (NM), edema local, insuficiência energética pela isquemia, falência na recaptção do cálcio, contratura do sarcômeros, com maior isquemia, levando a uma maior sensibilização do neurônio motor.

Legendas: NM (Neurônio Motor); ATP (Adenosina Tri-fosfato); Ca⁺⁺ (Cálcio iônico); CGRP (Peptídeo Calcitonina Relacionado com o Gene); SP (Substância P); 5HT (Serotonina); BK (Bradicinina); PGE₂ (Prostaglandina E₂)

Fonte: Musse, C.A.I.In: Medicina de Reabilitação. Sérgio Lianza, Ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2001.

*Reproduzido com permissão do autor.

A segunda anormalidade fisiológica encontrada unicamente na pesquisa de *trigger points* é a resposta de disparo ou *twitch*. É uma contração aguda da banda tensa iniciada por um estímulo, também agudo, como uma digito-percussão rápida sobre o músculo afetado ou a inserção de uma agulha dentro da zona gatilho da banda tensa (FISCHER, 1986; MENSE, 1994; MUSSE, 2003).

A manifestação sensitiva do *trigger point* é o dolorimento e se manifesta como hipersensibilidade, ou seja, uma resposta dolorosa de intensidade desproporcional ao estímulo, ou como alodínea, que é uma resposta dolorosa em região normalmente não acometida pela dor original. Ambos os fenômenos envolvem sensibilização central via corno posterior da medula e centros nervosos superiores (TRAVELL; SIMON, 2006; FISCHER, 1997; 1998; FISCHER; IMAMURA, 2005).

A dor referida pela palpação profunda dos *trigger points* não é critério maior para identificação destes pontos porque as queixas mais frequentes e importantes de dor miofascial são localizadas e não referidas (GERWIN, 1995; FISCHER, 1997; 1998).

Um músculo com bandas tensas e *trigger points* ativos não funciona bem biomecanicamente. Há restrição ao alongamento, podendo limitar amplitudes de movimentos. Pode-se encontrar fraqueza muscular tanto pela inibição antálgica à contração quanto pelo encurtamento muscular. Pode haver prejuízo à coordenação dos movimentos pela inibição recíproca muscular agonista-antagonista (FISCHER; IMAMURA, 2005).

Os *trigger points* podem ser classificados em ATIVOS e INATIVOS (ou LATENTES), significando que os ativos provocam dor localizada espontânea e referida e apresentam limiar inferior de tolerância à pressão e os inativos ou latentes não provocam dor espontânea e apresentam limiar de dor maior à pressão (GERWIN, 1995; FISCHER, 1997; 1998).

O grau de sensibilização determinará se a dor está espontaneamente presente ou se é deflagrada por atividade moderada ou extrema. Gerwin (1995), em sua crítica a esta classificação, comenta que o estado ativo ou latente são dinâmicos e variáveis de acordo com a dinâmica muscular e a demanda postural, sendo que os pontos ativos diferem apenas por apresentarem menor limiar de dor à pressão pontual no momento do exame previamente descrito de forma reversível. Ou seja: na medida em que a tensão muscular diminui, podem os *trigger points* diminuir em número, bem como, terem reduzida a sua hipersensibilidade; este evento tornaria as bandas tensas menos contraídas e menos dolorosas à palpação. Um *trigger point* previamente muito ativo ao repouso poderia tornar-se inativo. Pode-se supor, aqui, que a termografia computadorizada seria capaz de diferenciar os *trigger points* ativos

dos inativos.

Há poucos estudos até o momento diferenciando estes pontos em ativos e inativos que justifique o diagnóstico como entidades patológicas distintas (GERWIN, 2001; TRAVELL; SIMON, 2006).

Tender point, ou ponto doloroso, não está em uma banda tensa e não refere dor a local distante, à palpação. Todo *trigger point* é essencialmente um *tender point* que está inserido em uma banda tensa e que, em geral - mas não obrigatoriamente - ao ser pressionado manualmente ou através de um instrumento de pressão por cinco a vinte segundos, provoca dor referida, ou seja, uma resposta com latência tardia (GERWIN, 2001).

2.2 DOR MUSCULO-ESQUELÉTICA: SÍNDROME MIOFASCIAL E FIBROMIALGIA

Dor é uma experiência sensorial e emocional desagradável, associada ou não a lesão tecidual. Síndromes são um conjunto de sintomas que geram um quadro clínico previsível e, no caso da Síndrome Miofascial, a DOR é o principal sintoma, representando importante causa de incapacidade na prática médica geral. Além disto, é obstáculo freqüente na reabilitação funcional de pacientes acometidos por lesões decorrentes de atividades esportivas, portadores de artrites, discopatias, tendinites de qualquer natureza, funcionando como fator complicante e perpetuante (BONICA, 1990).

2.2.1 Síndrome Miofascial

Síndrome Dolorosa Miofascial ou apenas Síndrome Miofascial é definida como dor muscular regional acompanhada de fenômenos motores, que são a presença da banda tensa, *trigger points* e de fenômenos sensitivos, como a dor localizada, espontânea ou desencadeada pelo estiramento ou palpação. Fenômenos autonômicos tais como parestesia, podem acompanhar o quadro. Esta Síndrome pode ser aguda ou crônica e sua fisiopatologia é muito investigada atualmente em vários países devido à sua alta prevalência (GERWIN, 2005).

Em décadas passadas, vários termos foram utilizados para definir a Síndrome Miofascial, como fibrosite, reumatismo muscular, fibromialgia regional, reumatismo soronegativo, entre outros, o que dava ao paciente um estigma de doente crônico e sem possibilidade de melhora.

Apesar da *International Association for the Study of Pain (IASP)* em sua Classificação de Dor Crônica publicada como segunda edição em 1994 ainda incluir estas duas síndromes

sempre conectadas uma à outra, vários autores posteriormente definiram os critérios de diferença entre a Síndrome Miofascial e a Fibromialgia (GERWIN, 1995; FISCHER, 1997; LIN; KAZIYAMA; TEIXEIRA, 2003), sendo este diagnóstico diferencial um dos itens mais importantes no aspecto clínico, pois define o melhor ou pior prognóstico de reabilitação (Quadro 1).

Crítérios maiores	Crítérios menores
Bandas tensas na musculatura sintomática	Reação contrátil à palpação (<i>twitch response</i>)
Dor intensa no(s) <i>trigger point(s)</i> em uma banda tensa	Reação contrátil ao agulhamento do <i>trigger point</i>
Reprodução da dor à pressão do ponto mais queixoso	Reprodução à eletromiografia da atividade elétrica característica da banda tensa e do <i>trigger point</i>
Limitação de amplitudes do músculo comprometido devido à dor	Dor ou sintomas autonômicos na zona padrão de referência do <i>trigger point</i> em questão

Quadro 1 - Critérios maiores e menores no diagnóstico da Síndrome Miofascial.

Fonte: LIN; KAZIYAMA; TEIXEIRA, 2003.

2.2.1.1 Epidemiologia

A prevalência da Síndrome Miofascial na população é difícil de ser determinada. Os critérios clínicos maiores e menores dependem do exame físico especializado, por profissional treinado para identificá-los (GERWIN, 1995; 2001, 2005) e estes profissionais não estão disponíveis em todos os serviços que atendem pacientes com queixa de dor.

Já em 1955, Sola *et al* (*apud* GREVE, 1993) referem que, em estudo com duzentos adultos jovens assintomáticos constatou-se a presença de *trigger points* latentes apenas à palpação em 54% dos indivíduos. Neste mesmo estudo, os autores comentam que a maior incidência da síndrome miofascial é entre indivíduos sedentários, de meia-idade e, em especial, mulheres.

Travell, Simons & Simons relatam que a idade de maior incidência desta síndrome é entre 31 e 50 anos, justamente a fase mais produtiva desses indivíduos. Lin, Kaziyama e

Teixeira (2003) discutem a questão relativa às evidências de que a Síndrome Miofascial seja condição muito comum em centros de dor, ambulatórios de ortopedia e traumatologia, fisioterapia, reumatologia e neurologia e que frequentemente seja a causa principal de dor crônica e incapacitante funcionalmente.

Estudos em centros de dor de múltiplas especialidades indicam que a Síndrome Miofascial está presente em 21% a 93% dos indivíduos com queixa de dor regional (TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001).

A maioria das fontes que fornecem dados epidemiológicos relativos à incidência e prevalência de dor músculo-esquelética não distingue a Síndrome Miofascial dentre os quadros de dor segmentar (GERWIN, 2001; MUSSE, 2003). A maior prevalência é entre indivíduos adultos ativos (entre 31 e 50 anos de idade) e reforça a questão da sobrecarga biomecânica muscular na gênese desta síndrome, não havendo diferença significativa em sua prevalência entre homens e mulheres, diferentemente da Fibromialgia, que acomete mais as mulheres (TRAVELL; SIMON; SIMON, 2006).

Estima-se que 70% a 80% da população mundial venham a apresentar esta modalidade de dor em algum período de sua vida, de forma aguda ou crônica. A parcela da população mundial estimada a ser afetada por dor crônica músculo-esquelética é de 10% a 20% (GERWIN, 2005).

Em estudo realizado em clínica de dor orofacial especializada em distúrbios de articulação têmporo-mandibular (ATM), em 296 pacientes com queixas de dor de cabeça ou em coluna cervical crônicas, 164 (55%) destes pacientes tiveram o diagnóstico primário da dor crônica como sendo Síndrome Miofascial; apenas 21% dos pacientes tinham patologia em ATM. Em estudos brasileiros os dados não parecem ser diferentes: 31,2% dos casos de procura de um importante centro de diagnóstico e tratamento da dor em São Paulo, capital, eram por Síndrome Miofascial como diagnóstico primário. Do restante dos casos, 70% apresentavam lombalgia de origem mecânica ou patologia discal e estima-se que em grande parte deste grupo o componente doloroso miofascial estaria presente como fator perpetuante da dor (TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001).

Os Distúrbios Osteomusculares Relacionados ao Trabalho (DORT) ocorrem de maneira crescente; nos Estados Unidos, aumentou em uma década de cinco para dez mil trabalhadores a quarenta e quatro para dez mil trabalhadores, sendo 60,0% dos casos de afastamento do trabalho por doença naquele país. No Brasil, os dados disponíveis não são muito diferentes. Lin, Kaziyama e Teixeira (2003), em estudo realizado em São Paulo, Brasil, com pacientes diagnosticados por quadros clínicos classificados como DORT, com amostra

de 109 sujeitos, encontrou Síndrome Miofascial associada em 94,5% dos casos e Fibromialgia em 21%. As regiões mais acometidas por *trigger points* e *tender points* eram músculos cervicais em 79,9%, músculo trapézio em 76,9% e supra-espinhoso em 70,0% dos casos. Em bancários afastados do trabalho por diagnósticos do grupo dos DORT, observou-se o diagnóstico de Síndrome Miofascial associado em 95,0% dos casos (BALBINOT, 1997).

2.2.1.2 Síndrome Miofascial Aguda

Usualmente localizada em um músculo ou alguns músculos de mesma região, com tendência a resolver-se espontaneamente pela redução das demandas de estresse ou com tratamento simples como calor ou gelo local, alongamento, agulhamento dos *trigger points*.

A sobrecarga biomecânica pode ser decorrente de dismetria entre membros, imobilização de segmento corporal temporária, uso de sapatos inadequados, entre outros que, se corrigidos, podem possibilitar restauração das funções fisiológicas musculares (FISCHER, 1997).

Um dos locais de maior incidência é a região cervical, sendo um dos diagnósticos diferenciais de cervicobraquialgias e cefaléias cervicogênicas (GREVE *et al*, 1993).

Entretanto, a falta ou demora no diagnóstico preciso e, como consequência, a implantação do tratamento inadequado pode gerar um quadro crônico, usual na prática clínica. O quadro agudo é mais observado em indivíduos previamente saudáveis, ativos fisicamente, que passam por um acidente qualquer que provoque uma incapacidade segmentar temporária (GERWIN, 1995; MUSSE, 2003).

2.2.1.3 Síndrome Miofascial Crônica

A Síndrome Miofascial não diagnosticada e não tratada torna-se crônica. É uma das causas mais comuns de afastamento do trabalho e de compensações trabalhistas, resultando em grande perda financeira, segundo dados norte-americanos. Quadros crônicos estão relacionados com um maior número de *trigger points* ativos, em geral comprometendo músculos de cadeias cinéticas relacionadas e com *trigger points* satélites na zona de dor referida.

Os pontos satélite têm as mesmas características dos pontos primários e podem ter sua própria área de referência, por sua vez, podendo confundir o quadro de Síndrome Miofascial com Fibromialgia ao examinador inexperiente. Estes pontos podem persistir após melhora dos

trigger points primários, se não adequadamente tratados (LIN, TEIXEIRA; FISCHER, 1997; TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001; GERWIN, 2005).

A Síndrome Miofascial pode persistir por longos períodos de tempo, melhorar e piorar conforme demanda de sobrecarga tensional biomecânica dos músculos afetados, mas não desaparece sem adequado tratamento e manejo dos fatores desencadeantes. Gerwin (2001) comenta em seu excelente artigo de revisão que a Síndrome Miofascial crônica não evolui à Fibromialgia, entretanto, é comum um indivíduo acometido por Fibromialgia apresentar quadro clínico concomitante de Síndrome Miofascial em um ou mais segmentos ao longo de seu período de dor.

2.2.1.4 Tratamento

O tratamento recomendado como eficaz para a Síndrome Dolorosa Miofascial é a desativação dos *trigger points*, que pode ser feita através de meios físicos como calor profundo ou através de agulhamento, seco (acupuntura) ou Bloqueio Anestésico segundo a técnica de Fischer (FISCHER, 1997; 1998; FISCHER; IMAMURA, 2005).

Vários autores concordam no objetivo final do tratamento, que é o alívio da dor e restabelecimento das propriedades biomecânicas dos músculos afetados e do segmento corporal acometido e com restrição de amplitudes.

O tratamento em longo prazo, nos casos crônicos, deve incluir redução ou eliminação dos fatores desencadeantes que são, usualmente, sobrecarga muscular estática por posturas viciosas, problemas ergonômicos no posto de trabalho ou no ambiente doméstico, vida sedentária com maus hábitos posturais ou mesmo excesso de atividade esportiva gerando sobre-uso.

Deve incluir abordagem dos fatores psicossociais envolvidos, sempre co-existent em patologias crônicas (FISCHER, 1987; 1997(a); 1997(b); LIN *et al*, 2001; LIN; KAZIYAMA; TEIXEIRA, 2001; TEIXEIRA; FIGUEIRÓ, 2001; MUSSE, 2001; KAKGÜDER; BIRTANE; GÜRCAN, 2003; GRAFF-RADFORD, 2004; EDWARDS, 2005).

2.3 EXAME FÍSICO NA SÍNDROME MIOFASCIAL E ALGOMETRIA DE PRESSÃO

No exame físico de um indivíduo portador de Síndrome Miofascial encontra-se, nos músculos acometidos, encurtamento no estiramento passivo, banda muscular palpável (tensa, endurecida, no sentido transversal das fibras musculares). Nesta banda tensa encontraremos um ponto mais sensível à pressão ao deslizarmos o dedo no sentido longitudinal da banda palpável (FISCHER, 1987; 1997(a); 1997(b), GERWIN, 1995).

A pressão sustentada por 10 a 20 segundos promove, na grande maioria das vezes, a reprodução parcial ou total dos sintomas referidos (FISCHER, 1994), que podem não ser apenas dor mas, parestesia, “choques”, alteração sugestiva de calor ou frio, ou seja, sintomas autonômicos. A resposta contrátil característica do *trigger point* ativo é o *twitch*, que assemelha-se a uma fasciculação muscular e pode ser desencadeada pelo deslizamento rápido dos dedos sobre o ponto mais doloroso e estímulos curtos como o dedilhar.

A força muscular pode estar reduzida quando comparada a músculos não acometidos.

Na figura 2 (A), (B) e (C), a seguir, mostra-se o posicionamento do sujeito para a palpação do músculo trapézio.

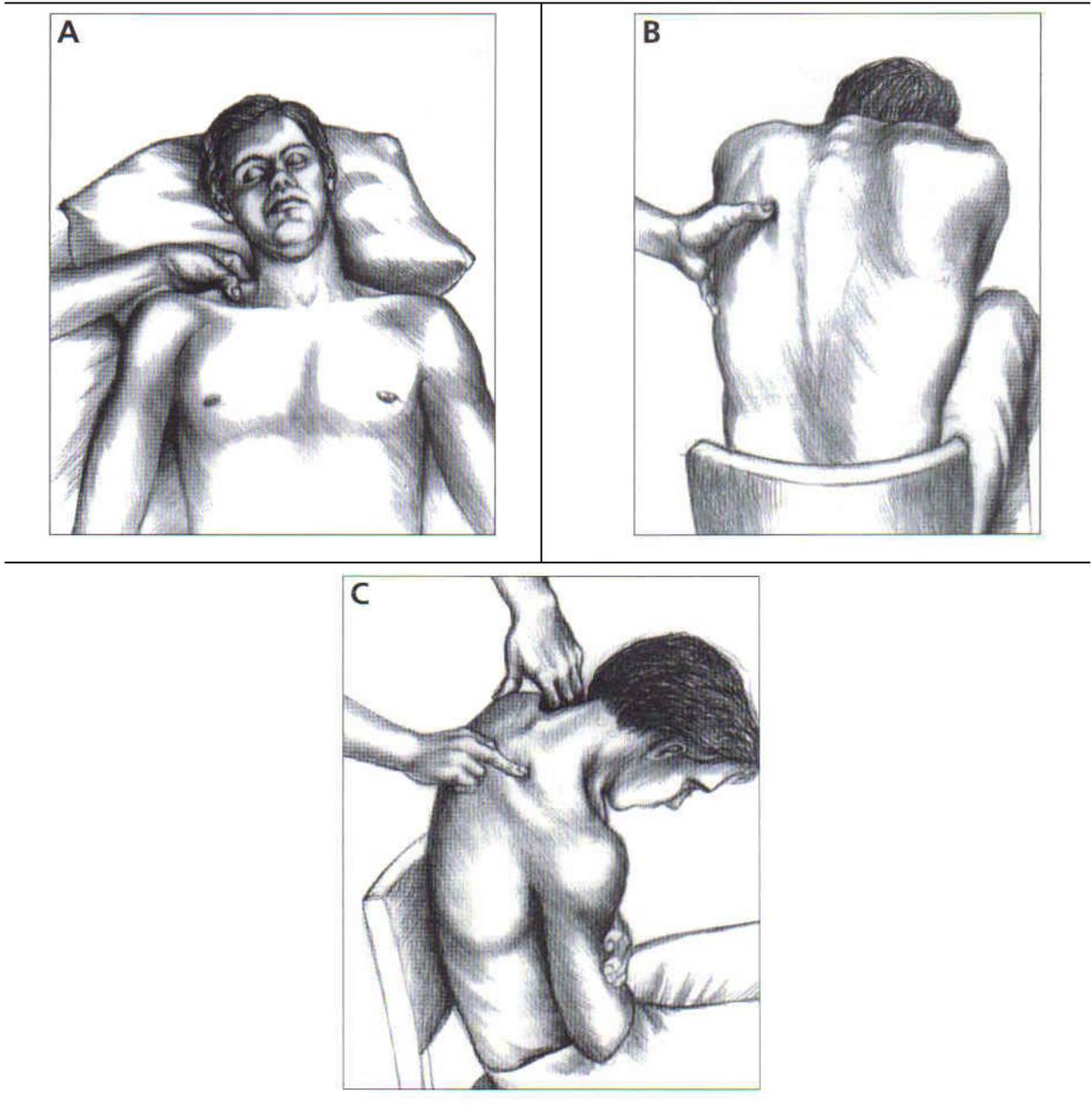


Figura 2 - Posicionamento do sujeito para a palpação do músculo trapézio.

(A) Trapézio superior direito sendo palpado, com paciente em posição supina. Palpação tipo pinça. A mostrada no desenho costuma ser a mais eficaz. Nesta região pode-se encontrar o *Trigger Point* central 1 (TP1) a ser descrito posteriormente.

(B) Trapézio inferior esquerdo, com paciente sentado. Nesta região pode-se encontrar o *Trigger Point* central 3 (TP3) a ser descrito posteriormente.

(C) Trapézio médio direito, com paciente sentado e levemente fletido anteriormente. Nesta região pode-se encontrar o *Trigger Point* 5 (TP5) a ser descrito posteriormente.

Fonte: Travel, Simon & Simon. In: Dor e Disfunção Miofascial: manual dos pontos gatilhos. ArtMed, 2006.

2.3.1 Algometria de Pressão

A avaliação de dor através da sensibilidade à pressão foi descrita por Keele e publicada na revista científica inglesa *Lancet* em 1954 (*apud* Fischer, 1987). Fisher [1997(a); 1997(b)] posteriormente descreveu em detalhes a técnica considerada como "padrão ouro" no diagnóstico da dor músculo-esquelética, por fornecer dados objetivos e comparativos.

A seqüência sugerida por Fischer (1994) é a algometria do deltóide direito e tibia direita seguida de deltóide esquerdo e tibia esquerda. As medidas podem ser repetidas por 03 vezes e uma média de valores de *músculo X osso* são comparadas. Valores normais de limiar de pressão dolorosa em estudos prévios foram descritos nas tabelas abaixo (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 - Valores normais de limiar de tolerância à pressão dolorosa nos músculos trapézio e deltóide.

<i>Músculo</i>	<i>Mulheres</i>		<i>Homens</i>	
	<u>Mínimo</u>	<u>Média</u>	<u>Mínimo</u>	<u>Média</u>
Trapézio	2,0	4,0	2,9	4,7
Deltóide	3,1	4,8	5,1	7,3

Fonte: modificado de Fischer in: Raschkin. Myofascial pain and Fibromyalgia, 1994.

Tabela 2 - Tolerância máxima à pressão (kgf/cm²).

<i>Região</i>	<i>Média e Desvio Padrão</i>	<i>Média e Desvio Padrão</i>
Deltóide	10,2+/-3,2	11,8+/-2,6
Tibia	8,9+/_3,4	10,4 +/-2,2

Fonte: modificado de Fischer in: Raschkin. Myofascial pain and Fibromyalgia, 1994.

A algometria, na pesquisa diagnóstica da Síndrome Miofascial, deve fazer parte do exame físico que valoriza a palpação muscular, já citada anteriormente. A localização dos *trigger points* é restrita aos músculos e suas regiões de inserção óssea, diferentemente dos *tender points* da Fibromialgia que estão em locais específicos (nove pares de pontos,

bilateralmente), não limitados a músculos e envolvendo outras estruturas (WOLFE *et al*, 1990).

A técnica é a mesma já descrita para a medida de tolerância à pressão, devendo-se sustentar a pressão após o “SIM” do sujeito examinado pelo período de dez a quinze segundos com o objetivo de verificar se há a resposta tardia de referência da dor ou surgimento de sintomas autonômicos (FISCHER, 1994; 1998; MUSSE, 2003).

2.3.2 Músculo trapézio, seus *trigger points* e áreas de referência de dor, sintomas e sinais autonômicos

O trapézio é um dos músculos mais afetados pela síndrome miofascial e sua ocorrência pode ser atribuída ao uso dos membros superiores em posição elevada, sem suporte adequado a seu peso como, por exemplo, em atividades domésticas variadas, linhas de montagem industriais sem orientação ergonômica e atividades de digitação prolongada em microcomputador (GREVE *et al*, 1993).

Este músculo pode ser subdividido em superior, médio e inferior, de acordo com a localização de suas fibras. Cada porção deste músculo atua em funções motoras diferenciadas e em parceria com outros músculos da região cérvico-dorso-escapular. É, provavelmente, o músculo mais freqüentemente acometido por *trigger points* miofasciais, sendo muitas vezes negligenciada sua associação à cefaléia temporal e cervicogênica.

Existem seis zonas de gatilho de dor no trapézio, facilmente reprodutível ao exame físico especializado e um sétimo ponto, superficial, que refere sinais e sintoma autonômicos. A numeração destes pontos foi feita em ordem de sua prevalência, distinguindo-os em pontos centrais e insercionais como ilustrado na Figura 3, a seguir, no texto (TRAVELL; SIMONS; SIMON, 2006).

A inervação motora do trapézio é suprida pela porção espinal do nervo craniano XI (acessório espinal). Esta porção espinal origina-se a partir das raízes ventrais dos cinco primeiros segmentos cervicais, ascende através do forame magno e deixa o crânio via forame jugular para suprir e, às vezes, penetrar o músculo esternocleidomastoideo. O nervo então se conecta a um plexo profundo até o trapézio.

O plexo profundo acima citado é interconectado por fibras, principalmente sensitivas, dos nervos espinais C2, C3 e C4 que, juntos, correspondem à inervação sensitivo-motora do músculo trapézio (TRAVELL; SIMONS; SIMON, 2006). Esta inervação multi-segmentar cervical pode explicar a freqüente relação de patologias degenerativas cervicais, comprimindo

ramos do nervo acessório espinal provocando dor e disfunção no músculo trapézio.

A função motora do músculo trapézio é ampla. Johnson e colaboradores (*apud* TRAVELL; SIMONS; SIMONS, 2006) em avaliação biomecânica e anatômica do músculo trapézio concluíram que o músculo, como um todo e atuando bilateralmente auxilia na extensão da coluna cervical e torácica.

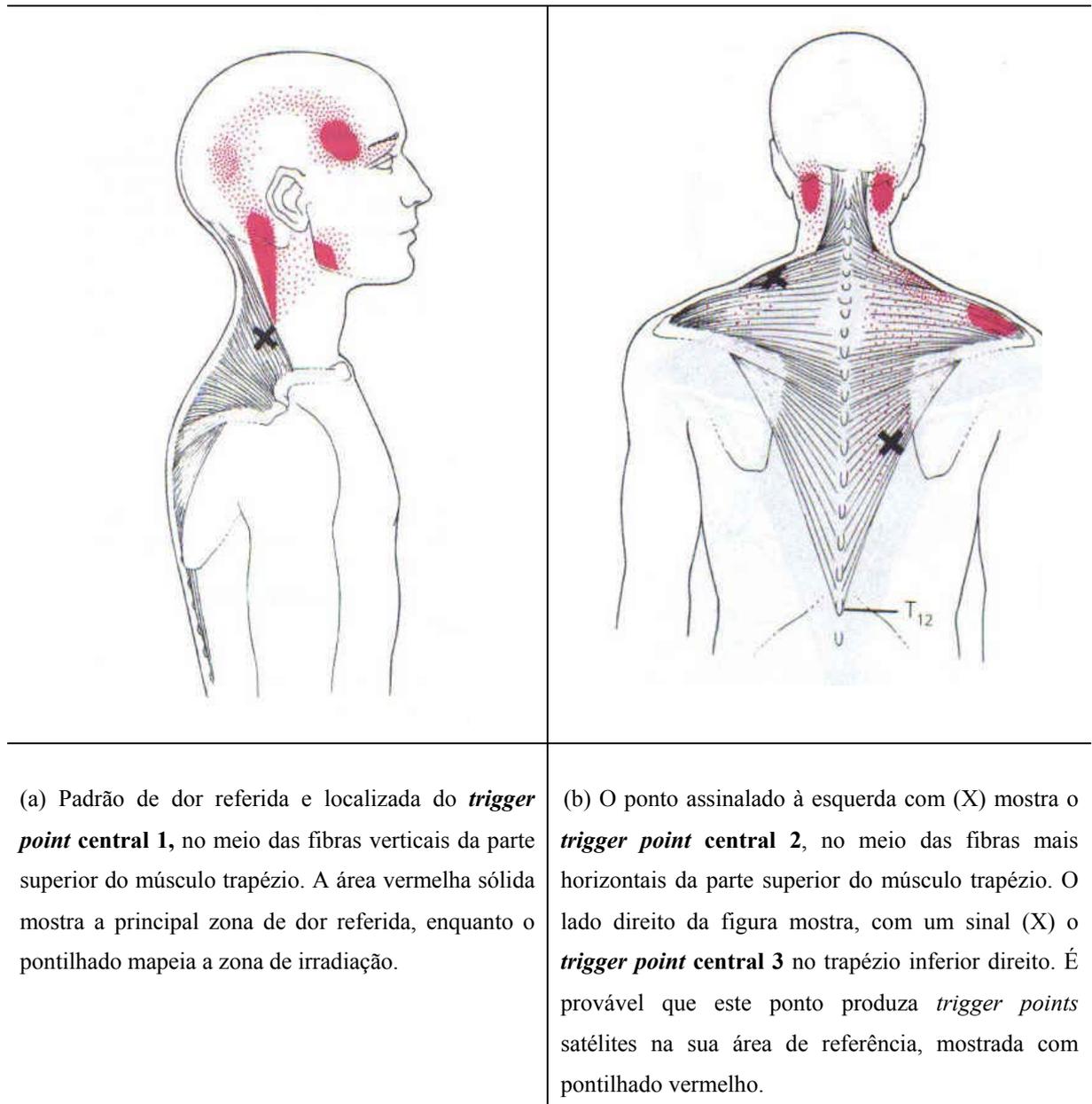
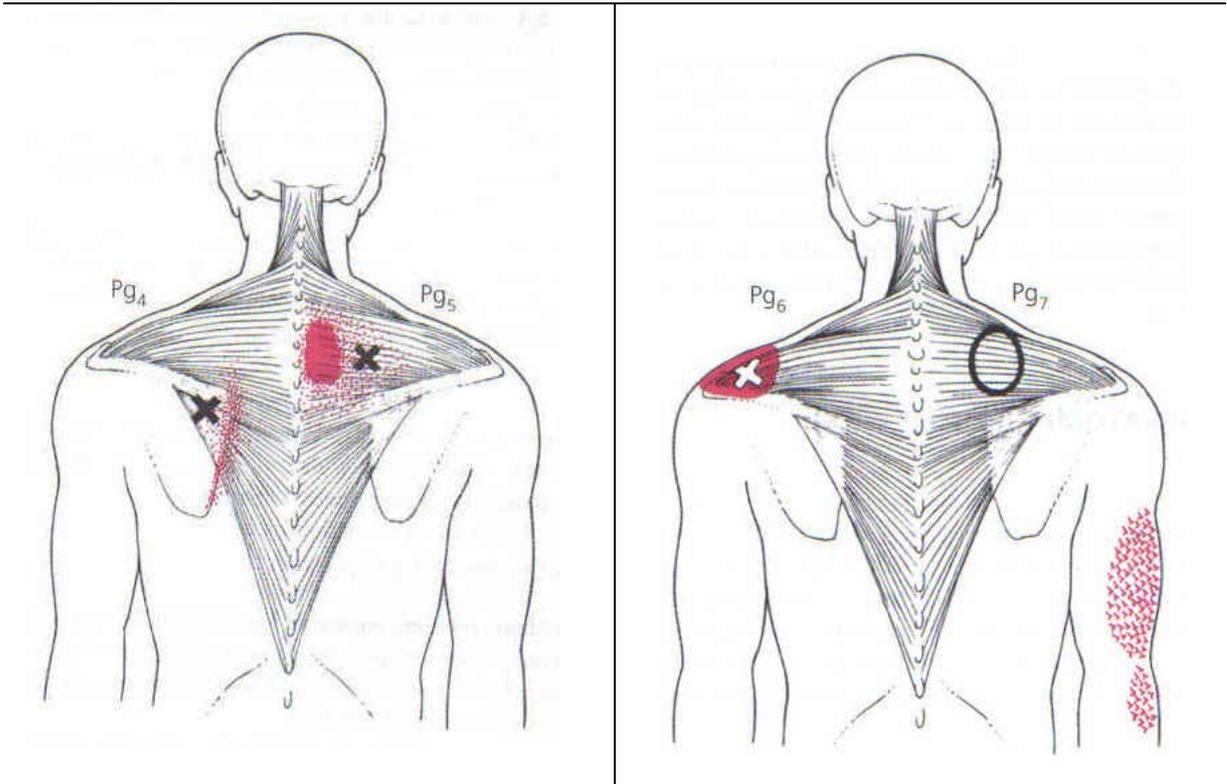


Figura 3 (a), (b) - Representação dos *trigger points* de músculo trapézio segundo sua localização e direção das fibras.

Fonte: Travel, Simon & Simon. In: Dor e Disfunção Miofascial: manual dos pontos gatilhos. ArtMed, 2006.



(c) O ponto assinalado à esquerda com (X) mostra o *trigger point* de inserção 4, na região do trapézio inferior, sensível em região de entesopatia na extremidade das bandas tensas e associadas ao *trigger point* central 3, visto na Figura 3 (b). O lado direito da figura mostra o padrão de dor referida e a localização típica (X) de um *trigger point* central 5, na região de fibras medias do trapézio médio.

d) À esquerda, na figura, observamos o *trigger point* de inserção 6, na zona de inserção lateral do trapézio médio esquerdo. Há provável relação com entesopatia existente no extremo das bandas tensas associadas com um *trigger point* central no trapézio médio. A área marcada com uma esfera à direita e indicada como Pg. 7 corresponde a um *trigger point* superficial (pele).

Figura 3 (c), (d) - Representação dos *trigger points* de músculo trapézio segundo sua localização e direção das fibras.

Fonte: Travel, Simon & Simon. In: Dor e Disfunção Miofascial: manual dos pontos gatilhos. ArtMed, 2006

2.4 DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL

O diagnóstico diferencial da Síndrome Miofascial em músculo trapézio está relacionado com outras causas de dor cervical, cefálica, face e ombro. Entre estas patologias citamos várias formas de cefaléia, neuralgia occipital, disfunção de articulação têmporo-mandibular e bursite de ombro (TRAVELL; SIMONS; SIMONS, 2006), que não serão abordadas neste estudo.

Em caso de dor difusa ou acometendo vários segmentos corporais incluindo região de músculo trapézio, o diagnóstico diferencial mais importante é com a Fibromialgia (vide Quadro 2, a seguir, no texto), seguido das poliartrites, hipotireoidismo e polimialgia reumática, entre outras condições clínicas semelhantes (FISCHER, 1997).

Esta diferenciação pode ser feita, até o momento, pela detalhada história clínica e cuidadoso exame físico.

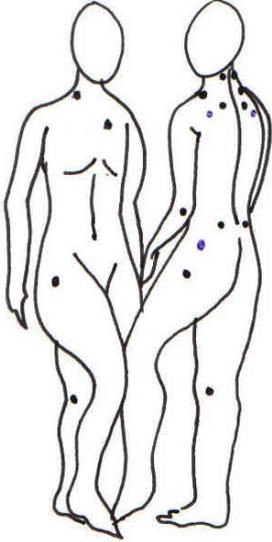
As patologias reumáticas possuem exames séricos (exames de sangue) específicos que devem ser solicitados quando houver esta suspeita, não sendo objeto desta pesquisa.

2.4.1 Fibromialgia

A Fibromialgia é uma condição difusa de dolorimento muscular sem a identificação de bandas tensas. É sempre crônica, ou seja, com no mínimo 03 meses de evolução. O diagnóstico é clínico, através do histórico do paciente e confirmado pela identificação ao exame físico de *tender points* em, no mínimo, três dos quatro quadrantes do corpo (direito, esquerdo, superior e inferior). Deve haver onze pontos positivos de dezoito pontos possíveis e previamente já definidos (WOLFE, 1990) (vide Quadro 2).

É importante salientar que estes pontos não são *trigger points*; eles não estão em uma banda tensa e não referem dor a local distante à palpação. Os *trigger points* são essencialmente *tender points* e necessitam ser pressionados manualmente ou através do algômetro por dez a vinte segundos para provocarem dor referida; esta resposta à distância apresenta retardo, não sendo espontânea em sua maioria das vezes, gerando confusão ao examinador não treinado (FISCHER, 1987).

Maiores informações sobre esta síndrome foge do objetivo deste estudo, sendo importante apenas salientar que o diagnóstico diferencial com a Síndrome Miofascial crônica é fundamental na elaboração de programas de tratamento.

Exame físico	<i>Tender points</i> (padrão)
<p>Dor à palpação digital com 4 kgf/cm² em áreas denominadas <i>tender points</i> em 11 ou mais dos dezoito pontos (nove pares, sendo um de cada lado).</p>  <p>Quando o número de pontos dolorosos é inferior a onze, mas há presença de outros sintomas e sinais clássicos, o diagnóstico pode ser realizado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Inserção dos músculos suboccipitais na nuca; ❖ Ligamentos dos processos transversos da quinta à sétima vértebra cervical; ❖ Bordo rostral do músculo trapézio; ❖ Músculo supra-espinhoso; ❖ Junção do músculo peitoral com articulação costo-condral da segunda costela; ❖ Dois centímetros abaixo do epicôndilo lateral do cotovelo; ❖ Quadrante látero-superior da região glútea, abaixo da espinha íliaca; ❖ Inserções musculares no trocanter femoral; ❖ Dois centímetros acima da linha articular do côndilo medial do fêmur.

Quadro 2 - *Tender points* de referência no diagnóstico da Fibromialgia.

Fonte: modificado de Wolfe, 1990.

2.5 SENSIBILIZAÇÃO DOLOROSA CENTRAL

A sensibilização central pela dor somática é assunto atual no meio científico e acadêmico relacionado à investigação e tratamento da dor. O fenômeno de sensibilização do Sistema Nervoso Central por uma dor somática pode ocorrer rapidamente e é reflexo da neuroplasticidade e modulação, ou seja, do remodelamento de processos nervosos centrais em resposta a estímulos periféricos.

A modulação e as modificações plásticas ocorrem em nível medular, nas células do corno posterior que são de dois tipos: nociceptoras exclusivas (20%) e multireceptivos (80%)

com respostas funcionais diferenciadas ao estímulo; os neurônios multireceptivos são sensíveis a estímulos mecânicos de baixo limiar como a atividade física, por exemplo; também têm a propriedade de aumentar a resposta nociceptiva com a permanência do estímulo, o que pode explicar a piora da dor com a manutenção progressiva do esforço (exemplo: postura estática sustentada).

Há várias substâncias moduladoras envolvidas no processo de sensibilização central da dor periférica; salienta-se aqui o papel do óxido nítrico, sintetizado por uma pequena população de células do gânglio da raiz dorsal, possuindo ampla difusão através das membranas biológicas. Sua ação é diminuir a hiperexcitabilidade neuronal, mas, em condições de estímulo nociceptivo crônico há redução na síntese desta substância.

As modificações na síntese proteica neuronal por estímulos nociceptivos duradouros é o fenômeno denominado de sensibilização dolorosa central e é importante na compreensão de situações como intolerância do sujeito dolorido crônico ao estiramento muscular, à contração isométrica mínima e baixo limiar de tolerância à pressão da algometria citada anteriormente (FISCHER, 1997).

A dor referida está associada à nocicepção de estruturas profundas somáticas viscerais e musculares. Enquanto a nocicepção muscular causa referência em estruturas somáticas profundas como tendões, músculos, articulações e ligamentos, a visceral causa referência cutânea.

Selzer e Spencer (*apud* Mense, 1993), já em 1969, descreveram cinco possíveis mecanismos neurológicos para a dor referida: (1) a projeção convergente, onde uma célula nervosa medular pode receber estímulo de mais de um local ao mesmo tempo, podendo ser da pele e de um órgão interno; o SNC não conseguirá distinguir um estímulo de outro; a dor referida de um *trigger point* pode ser iniciada pelo estímulo nociceptivo muscular, mas referida à área servida por outro receptor somático que converge ao trato espinotalâmico, (2) brotamento periférico de fibras aferentes onde um único neurônio pode servir várias áreas do corpo por brotamento; o SNC pode interpretar que um estímulo vem de um local como se fosse de outro, (3) facilitação convergente, que sugere que impulsos aferentes somáticos da pele que geralmente têm limiar de excitação menor possa ser influenciado de alguma maneira por impulsos viscerais que excitariam fibras de tratos espinais e assim o SNC; desta maneira os *trigger points* funcionariam como um gerador de dor periférica, (4) atividade exacerbada do sistema nervoso simpático e (5), a convergência ou projeção de imagem a um nível supraespinal.

Estes mecanismos foram bem desenvolvidos posteriormente por outros pesquisadores.

Sendo assim, a dor referida deve-se a um distúrbio de percepção e análise discriminativa das estruturas encefálicas decorrente da passagem e modificação de informação via medular. Pode haver uma diminuição na resolução espacial dos sistemas de aferência; também, o processamento do sinal aferente muscular no corno posterior é diferente, estando sujeito a uma inibição descendente antinociceptiva tônica maior que a aferência cutânea.

O predomínio de neurônios multireceptivos nos centros nervosos inferiores dificulta aos centros superiores a identificação da fonte real de estímulo (facilitação convergente). Pode-se considerar que os fenômenos de neuroplasticidade induzidos pelos estímulos receptivos do corno posterior da medula modifiquem o tamanho, número, responsividade e conexões sinápticas.

Na Síndrome Miofascial, a seqüência de eventos propostas como causadores de cronicidade nos sintomas e sinais foram ilustradas na Figura 1, previamente citada no texto.

2.6 TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

A tecnologia de medição da temperatura através de câmaras de Infravermelho tem sido usada por décadas com sucesso em outras áreas como astronomia e engenharia, além de sua aplicação para fins militares. O seu uso clínico, entretanto, já foi muito criticado, relacionado com tecnologia pobre para obtenção de imagens com qualidade suficiente para possibilitar o diagnóstico de patologias diversas (RING, 1998) e mau uso do método quanto à sua interpretação não embasada na fisiologia humana, em especial, dos mecanismos envolvidos no controle da temperatura corporal.

Blume (1993) comenta em seu artigo sobre o processo social envolvido na implantação de novas tecnologias em imagem como método diagnóstico em medicina. Em relação à termografia, postula a hipótese que, por tratar-se de metodologia de relativo baixo custo, sua valorização iria além das questões usuais de validação de ferramenta diagnóstica, onde bastaria apenas provar, através de pesquisas, que esta apresenta tal sensibilidade e especificidade quando comparada com outras metodologias já existentes suficientes. Há de se valorizar aspectos econômicos, de grandes investimentos existentes no mercado do diagnóstico por imagens.

Os termógrafos não distinguem cores, mas sim, tons de cinza numa escala que se diz variar entre o preto e o prata. Quanto mais quente, mais próximo do prata e, quanto mais frio, mais próximo do preto.

Alguns materiais refletem a energia radiante que incide sobre eles, outros absorvem energia e a convertem em calor ou emitem novamente esta energia em diferente comprimento de onda. Sabe-se que qualquer temperatura acima de zero absoluto (0 Kelvin ou K= - 273°C) produz movimento molecular e a quantidade de energia radiante emitida é proporcional à quarta potência da temperatura absoluta, (CHRISTIANSEN; GEROW, 1990), como mostra a *equação de Stefan-Boltzman*, abaixo:

$$E = \varepsilon \sigma T^4$$

onde: E é a potência total emitida (W/m^2); ε se refere à emissividade, característica para cada material; σ é a constante de proporcionalidade, igual a $5,672 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2} \text{ K}^{-4}$; T corresponde à temperatura absoluta do corpo ou objeto em graus Kelvin.

Para a termografia aplicada, a equação mais importante é a *fórmula expandida de Stefan-Boltzman*, descrita abaixo:

$$E = \varepsilon \sigma (Tb^4 - Te^4)$$

onde: E é a potência total emitida (W/m^2); ε se refere à emissividade e σ é a constante citada acima, na equação anterior; Tb é a temperatura do corpo ou objeto; Te se refere à temperatura ambiente.

Esta equação enfatiza que a transferência de energia do corpo para o meio depende da diferença de temperatura entre eles. Através de mecanismos fisiológicos, a energia perdida sob a forma de calor poderá ser captada, sendo que os mecanismos de homeostase serão iniciados, influenciando o mapeamento térmico (CHRISTIANSEN; GEROW, 1990).

O corpo humano apresenta emissividade próxima à do corpo negro e, mais precisamente, 0,98 deste. A definição de corpo negro é “*um objeto que absorve toda a irradiação incidente sobre, de qualquer comprimento de onda*” (apud RING, 1982). Sua emissividade pode ser descrita por três equações: a *Lei de Planck*, a *Lei de Stefan-Boltzmann* e a *Lei de Wien*¹.

¹ **Lei de Planck:** Descreve a emissão de energia de um corpo negro, com intervalo espectral de $1\mu\text{m}$ ao comprimento de onda λ .

2.6.1 Termografia clínica

A termografia é um método diagnóstico não invasivo, não radioativo e totalmente indolor. Equipamentos com leitura de faixa espectral entre 7 μm e 12 μm são os mais indicados para trabalhos médicos, devido a esta faixa incluir o intervalo de comprimento de onda emitido pela pele humana, que é cerca de 9,4 μm (CHRISTIANSEN; GEROW, 1990).

O alto índice de erro encontrado na interpretação das imagens obtidas pela termografia de contato na década de 70 e a falta de estudos controlados definindo sensibilidade e especificidade de método para diagnósticos específicos certamente contribuíram para este descrédito (BRUEHL *et al*, 1996; ANBAR, 1998; KASTBERGER; STACHL, 2003).

No final da década de 90 do século 20, surgiram sensores de infravermelho de maior sensibilidade disponibilizados para uso civil, permitindo a medição de até 0,02°C e a detecção na faixa de ondas longas do espectro infravermelho (7,5 a 13 μm) obtida através de sensores conhecidos como FPA (*Focal Plane Array*) tipo QWIP (*Quantum Well Infrared Photodetector*) (BRIOSCHI *et al*, 2003).

$$W(\lambda)_b = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 \exp(hc/\lambda k T) - 1}$$

Onde: h é a constante de Planck ($6,6 \times 10^{-34} \text{ W}\cdot\text{s}^2$), k é a constante de Boltzmann ($1,4 \times 10^{-23} \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}$). T é a temperatura absoluta (em K) do corpo negro; c é a velocidade da luz ($3 \times 10^{10} \text{ cm/s}^{-1}$).

Lei de Stefan-Boltzmann: Esta lei expressa a energia total emitida pelo corpo negro, W_b . Foi formulado experimentalmente por Stefan em 1879 e por Boltzmann em 1884. Isto corresponde à integração da lei de Planck de $\lambda = 0 = \infty$

$$W_b = \sigma T^4$$

Onde: σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($56.7 \times 10^{-9} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$).

Esta lei é muito importante na prática da termografia infravermelha porque é o estado em que a intensidade máxima total da emissividade corresponde proporcionalmente à quarta parte da temperatura absoluta para um mesmo ponto de medição.

Lei de Wien: Esta lei expressa o fato de que o comprimento de onda em que a intensidade da emissividade é máxima varia inversamente com a temperatura absoluta do corpo. Isto corresponde à derivada da Lei de Planck, com respeito a λ (comprimento de onda)

$$\lambda_{(\text{máx})} = 2898 / T \quad [\text{em } \mu\text{m}]$$

Esta lei é a expressão matemática da observação comum: assim como a temperatura de uma barra de ferro aumenta, sua cor varia progressivamente de preto-azulado a vermelho e amarelo, secundário ao decréscimo do comprimento de onda da emissão radioativa. Em uma sala onde a temperatura T é cerca de 300 K e o pico de radiação emitida de objetos comuns é 9,7 μm , esta radiação é o infravermelho mais longo.

Fonte: *apud* RING, 1982

Surge então, um renovado interesse científico neste método para uso clínico, motivado pela alta tecnologia das câmaras computadorizadas de infravermelho e do desenvolvimento de softwares que permitem análise seqüencial de imagens (termografia dinâmica) e processamento matemático das imagens (subtração de pontos específicos das imagens por variações específicas de temperatura ou ΔT), um renovado interesse científico neste método para uso clínico (FUJIMASA; CHINZEI; SAITO, 2000; OHASHI; UCHIDA, 2000).

2.6.2 Histórico

A relação entre temperatura e doença é mencionada desde as primeiras manifestações escritas da humanidade. Segue-se abaixo a descrição cronológica da termometria clínica conforme descrita previamente por outros pesquisadores (*apud* Ring (1998), Anbar (1998), ANDRADE FILHO, 1999).

Hipócrates (460 AC) em “O livro dos prognósticos” mencionava a importância da avaliação de temperatura de vários segmentos do corpo e ainda descrevia variados estados febris com diferentes níveis de gravidade. Celsus (64 AC) descreveu os quatro indicadores clínicos de inflamação local, utilizados até hoje: calor, vermelhidão (eritema), dor e edema.

Em 1702, Roemer desenvolveu o termômetro de tubo fechado.

Em 1720, Fahrenheit fixou sua escala de temperatura da água entre 0 e 212 graus Fahrenheit, o que durou por 200 anos. Celsius, em 1742, sugeriu uma escala centígrada utilizada nos dias de hoje como escala universal.

Em 1750, Linnaeus reverteu a escala de Fahrenheit, relacionado o aumento de temperatura com o aumento em graus, que era ao inverso.

Em 1800, Sir William Herschell, músico e astrônomo descobriu a radiação térmica na faixa do infravermelho através do estudo da decomposição da luz solar em um prisma, chamando de “calor escuro” ao espectro de luz não visível mas com radiação térmica. Seu filho, John F. W. Herschell, foi quem fez, pela primeira vez, um termograma, inclusive, assim denominando a imagem obtida em experimento utilizando carbono suspenso em álcool e criação de imagem por evaporação pelo calor da radiação solar, publicando seu experimento no *Proceedings of the Royal Society*, na Inglaterra, em 1840 .

O maior avanço no uso do termômetro em medicina foi feito por Carl Wunderlich, que em 1868 publicou seu tratado “Temperatura e Doenças”; o instrumento por ele utilizado era bastante similar ao termômetro de nossos dias, com álcool colorido substituindo o mercúrio devido ao risco de envenenamento por este.

O método de medir temperatura através de imagem foi descrito já em 1877 por Lehmann mas somente utilizado na prática quase um século mais tarde, com o desenvolvimento dos termógrafos de contato por cristal líquido. Foi bastante utilizado no meio médico, em especial para avaliação de padrões de temperatura de mama e sua possível relação com tumores e para diagnóstico de trombose de veias profundas.

A termografia de contato progressivamente caiu em desuso por descrédito secundário às suas limitações: o contato demorado do equipamento alterava a temperatura original da pele, entre outros problemas com artefatos da imagem. Este sistema utiliza membranas flexíveis em camadas duplas, preenchidas com cristais de colesterol líquido, presas a uma moldura que, quando em contato com a pele, muda a coloração dos cristais de acordo com a temperatura da região.

A resolução térmica da termografia de contato é baixa (máximo de 0,5 °C), baixa resolução espacial (cerca de 5 mm), tempo de resposta lento (acima de 60 segundos), devido à pressão que deve ser exercida sobre as membranas no contato e um alto índice de subjetividade na interpretação de anormalidades de temperatura (RING, 1998).

Sistema mais simples, similar, é ainda utilizado para medir temperatura em crianças em termômetros de cristais em forma de tiras adesivas marcadas com cores relativas a faixas de temperatura, para colocar na testa.

Com certeza, os maiores avanços na medição de temperatura para uso clínico foram nas últimas três a quatro décadas, com as câmaras de infravermelho capazes de detectar a emissão cutânea de calor e, através do auxílio da informática, rapidamente converter esta informação em graus Celsius ou Fahrenheit.

As primeiras termografias utilizadas na medicina com câmaras de infravermelho, ainda rudimentares em termos de resolução de imagem, foram obtidas através de equipamentos de uso militar, em Bath, Reino Unido, em 1959, onde avaliaram pacientes com artrite de maneira considerada satisfatória (RING, 1998).

No final da década de 50, então, houve abertura para utilização de câmaras de infravermelho para uso clínico; uma primeira conferência médica sobre o assunto ocorreu em 1964 na *New York Academy of Sciences*, uma segunda em Strasbourg em 1966, onde mais casos de artrite foram avaliados com termografia inclusive para testar o efeito de drogas antiinflamatórias; neste mesmo período desenvolveram-se estudos no diagnóstico do câncer de mama (RING, 1998)

Na década de 60 a 70 do século 20, os monitores de imagens tipo osciloscópio, de baixa resolução, forneciam somente informações de áreas de isotermia. A necessidade de

quantificar a temperatura por *pixel* da imagem na avaliação de inflamação nas pesquisas com artrite em 1974, estimulou o desenvolvimento de processamento matemático para quantificar o que se observava. Um índice de inflamação foi então calculado através de processamento matemático, utilizando áreas de isoterma a intervalos de 0,5 °C e dividindo pela área total da região de interesse.

Este índice, criado em Bath, Reino Unido, por Ring e colaboradores (1998) é ainda utilizado em ensaios clínicos, fazendo parte das recomendações para uso clínico de termogramas pelo sistema de cuidados com a saúde no Japão (DIAKIDES, 2002).

A termografia por infravermelho na década de 70 do século 20, também não se diferenciava muito: a resolução espacial era baixa, pois as primeiras câmaras eram de baixa resolução, com processamento de imagens lento, sem um sistema de calibração de corpo negro padronizado, dificultando a reprodutibilidade dos testes. Havia também aberrações ópticas nas câmaras, que não permitiam correção e distorciam as medições de temperatura de acordo com a angulação do objeto de estudo. Além das dificuldades técnicas, os profissionais que coletavam as imagens não estavam bem familiarizados com os artefatos de imagens dos termogramas.

A situação mudou dramaticamente entre os anos 80 a 90 do século 20 quando câmaras de maior resolução e velocidade foram lançadas no mercado, permitindo, inclusive, estudos dinâmicos de alta qualidade (ANBAR, 1998).

Um maior avanço foi obtido quando C. T. Elliot, no Reino Unido, desenvolveu um equipamento para uso clínico através de modificação de protótipo de uso militar que permitiu coleta de imagens de alta resolução e em alta velocidade, possibilitando imagens em tempo real. Estas imagens possibilitaram a produção de um documentário da Televisão Independente Britânica em 13 episódios chamado “*The living body*” (apud ANBAR, 1998).

2.6.3 Aplicações da termografia computadorizada na clínica médica

A termografia computadorizada tem sido usada clinicamente para avaliação e documentação de patologias de tecidos moles, incluindo nervos periféricos, raízes nervosas, tendões, músculos e vasos sanguíneos bem como disfunção articular e óssea como sinovites, artrites e fraturas. Tem particular importância em condições que não podem ser demonstradas em testes radiológicos, eletroneuromiografia ou outros exames laboratoriais, como no caso dos pontos gatilhos da Síndrome Miofascial, objeto maior de estudo nesta pesquisa.

Descrevem-se abaixo várias pesquisas em diferentes áreas clínicas utilizando a

termografia como meio diagnóstico.

2.6.3.1 Termografia no diagnóstico da Síndrome Miofascial

Fisher usou a termografia para demonstrar a presença de *trigger points* em estudos individuais e com colaboradores (FISCHER; CHAN, 1986; FISCHER, 1990(a); 1998). Dentre estas publicações salientamos a documentação termográfica de pontos gatilhos miofasciais, corroborada pela algometria de pressão em 150 sujeitos. Neste estudo os autores definem que um *trigger point* corresponde a um *hot spot* (zona quente) de 0,50 a 1,00°C mais quente que o lado oposto correspondente ou área circundante. Esta zona é usualmente em formato discóide e com 5mm a 10mm de área. Encontraram boa correlação entre os *hot spots* e confirmação de *trigger points* ativos pela algometria de pressão (91%).

Os casos onde a termografia não identificou os *trigger points* foram discutidos. Os autores relataram que alguns *trigger points* latentes, confirmados pela algometria, foram identificados como *hot spots* e alguns não, provavelmente por não apresentarem assimetria térmica passível de detecção pelo termógrafo; ou a área hipertérmica seria pequena demais para a resolução das câmaras utilizadas. Alguns *trigger points* ativos não apareceram como *hot spots* e os autores comentaram que, provavelmente, houve falha técnica no protocolo de coleta. Também houve falha quando utilizado termografia de contato. Conclui-se que o equipamento utilizado para o diagnóstico da Síndrome Miofascial, entre outras, seja capaz de detectar assimetrias térmicas de 0,50°C, visto que Uematsu (1986; 1998), como outros autores (HOOSHMAN, 1986; HONORIO, 2004), salientaram que a variação normal de temperatura entre pontos simétricos no corpo pode variar fisiologicamente até 0,5°C.

Fischer² concluiu que a termografia é eficaz na detecção de *trigger points*, mas a quantificação necessária para classificá-los como ativos ou latentes necessita ser feita através da algometria de pressão. Também comenta que a termografia faz o diagnóstico diferencial entre espasmo muscular, que se apresenta à termografia como área difusa mais quente, porém, sem formato discóide.

2.6.3.2 Patologias reumáticas

De acordo com Ring (1998), pioneiro reumatologista a usar a termografia desde há 50

² FISCHER; CHAN, 1986. Ibidem.

anos no diagnóstico de patologias reumáticas, já há critérios bem definidos para uso da termografia em estudos quantitativos em seres humanos para estudar inflamação e terapias anti-inflamatórias, distúrbios circulatórios periféricos relacionados com patologias de tecido conjuntivo, Fenômeno de *Raynaud*, Distúrbios do Sistema Nervoso Simpático, lesões do sistema músculoesquelético em geral e Síndromes Dolorosas (CHERKAS; CARTER; SPECTOR *et al*, 2003).

2.6.3.3 Neuropatias periféricas e radiculopatias

A microcirculação cutânea é controlada através de fibras motoras simpáticas, que podem provocar vasodilatação ou vasoconstrição (TAYLOR *et al*, 1994; LUNDY-EKMAN, 1998). Como as fibras nervosas simpáticas seguem o trajeto das fibras nervosas sensitivas em um mesmo nervo, chama-se a área correspondente de território neurovascular (RING; HOUDAS, 1992; TAYLOR *et al*, 1994; BRIOSCHI *et al*, 2003).

Tchou, Costich e colaboradores (1992) consideraram anormalidade quando mais de 25% da área medida em termografia de dorso e palma de mãos mostram um aumento de temperatura de 1°C quando comparado com o lado assintomático, no uso da termografia para o diagnóstico de Síndrome do Túnel do Carpo. Comentam que alterações vasomotoras antecedem outros sinais na compressão do mediano no túnel do carpo. Estes autores consideram o diagnóstico positivo quando houver hipertermia no dorso e palma da mão nos três primeiros dedos e na área tenar. A sensibilidade foi de 89% quando combinaram áreas palmares e dorsais e 90% quando combinaram áreas tenar e dorsal, chegando a 98% quando combinaram as três áreas. Herrick, Puhorit e colaboradores (1986) compararam a termografia com eletroneuromiografia no diagnóstico de Síndrome do Túnel do Carpo e outras neuropatias periféricas em seu capítulo do livro “*Medical Thermology*” em 1986. Os autores encontraram, na termografia, maior sensibilidade no diagnóstico da Síndrome do Túnel do Carpo; a eletroneuromiografia apresentou sensibilidade de 35% com especificidade de 100% e, quando a eletroneuromiografia era positiva, a termografia também o era em 100% dos casos. Também salientam que a aplicação de teste de estresse térmico através do esfriamento dos punhos e mãos em água a 15 °C e coletando as termografias pré e pós, positivaram casos sintomáticos, mas com termografias de base normais, e já com eletroneuromiografia positiva, ou seja, aumentando a sensibilidade do método (In: ALBERNATY; UEMATSU, 1986).

Ainda na experiência de Uematsu e Albernaty (1986), a termografia foi mais sensível do que a eletroneuromiografia no diagnóstico de Síndrome do Desfiladeiro Torácico e

neuropatias radiais superficiais.

Um estudo de 1987, com 90 sujeitos em seguimento por 24 meses para diagnóstico de Síndrome do Túnel do Carpo, incluindo diagnóstico diferencial com outras neuropatias relatou um consistente padrão de hipotermia sobre a área de distribuição do nervo mediano em casos positivos (HERRICK, R. T.; HERRICK, S.K., 1987).

A neuropatia diabética periférica pode ser bem avaliada pela termografia, onde é possível observar hipotermia e “amputações térmicas” em forma de “luva e bota” nas mãos e pés, relacionadas com microangiopatia e neuropatia autonômica simpática (BRIOSCHI *et al*, 2003). A sensibilidade do método é bastante aumentada com teste provocativos com frio (FUJIWARA; INUKAI; ASO; TAKEMURA, 2000).

Ainda relacionada ao diabetes, a predição de úlceras plantares secundárias à microangiopatia e neuropatia autonômica simpática pode ser feita através de termografia plantar, onde áreas de maior temperatura estão relacionadas com maior risco de ulceração (OHSAWA; INAMORI, 2001; DI BENEDETTO, 2002). Zotter e colaboradores (2003) estudaram o índice de reaquecimento em membros inferiores de sujeitos adolescentes com diabetes tipo 1, com a intenção de diagnóstico precoce de distúrbios da microcirculação nesta população. Os autores avaliaram com termografia o tempo necessário para reaquecer após manobras provocativas com frio, comparando com um grupo controle, concluindo que a termografia era um ótimo método para este diagnóstico.

Em radiculopatias cervicais e lombossacras, Perelman e colaboradores (In: ALBERNATY; UEMATSU, 1986) relataram ter encontrado correlação entre eletroneuromiografia e termografia de 78%, havendo uma tendência da termografia ser mais sensível do que a eletroneuromiografia; em casos com achados clínicos objetivos de radiculopatia a eletroneuromiografia foi positiva em 86% enquanto a termografia o foi em 92% dos casos.

Takahashi e Takahashi (1994) avaliaram a termografia como instrumento no diagnóstico de radiculopatias; encontraram baixa sensibilidade e baixo valor preditivo positivo para dor e outros sinais neurológicos; entretanto, a especificidade e valor preditivo negativo eram altos (ou seja, membro inferior com dor ou sintoma sensitivo sem alterações na termografia era, provavelmente, falso positivo). Observaram ainda hipotermia em músculos proximais por redução de fluxo sanguíneo e distal por alteração simpática.

Em pacientes com radiculopatia analisados na pesquisa de Mabuchi e colaboradores (1998), observou-se que a área de distribuição da temperatura alterada (hipotermia) tinha maior relação com o formato dos músculos inervados por determinada raiz do que com o

dermátomo sensitivo correspondente, salientando a importância da imagem contra-lateral em termografia clínica.

A diferença dos padrões de hipotermia entre porções proximais e distais nos membros de pacientes com radiculopatia deve-se, provavelmente, à maior dependência do SNS atuando na vasoconstrição nas extremidades. Aparece hipotermia em músculos proximais relacionada com atrofia muscular ou, inicialmente, por alterações do controle nervoso simpático muscular, reduzindo o fluxo sanguíneo. Concluem que os músculos apresentam hipotermia por 02 hipóteses: redução no fluxo sanguíneo intramuscular transmitido para a pele ou por compressão ou lesão de fibras nervosas autonômicas que vão para estes músculos (MABUCHI *et al*, 1998).

2.6.3.4 Patologias ortopédicas e distúrbios de articulação temporomandibular

A inflamação de articulações provocada por irritação mecânica de ossos e tecidos como na oteoartrose, bursites e sinovites pode ser avaliada pela termografia e a hipertermia encontrada nos locais inflamados parece estar relacionada com maior concentração de óxido nítrico, que é um dos mediadores químicos responsáveis pelo controle neuronal da vasculatura (MABUCHI *et al*, 1998).

Outro grupo de patologias associadas com hipertermia local por inflamação de articulações, inclui artrite reumatóide, osteoartrite e bursite, provocada por irritação mecânica de ossos e tecidos (RING, 1988; RUSCH *et al*, 2000).

Em distúrbios de articulação temporomandibular, a extensão de comprometimento articular é bem relacionada com a intensidade da dor, não substituindo os métodos radiológicos tradicionais (FIKACHOVA; EKBERG; 2004). Encontra-se aumento na concentração de óxido nítrico e seus metabólitos nas patologias citadas acima e, também, em hérnias de disco cervical ou lombar. Parece que o óxido nítrico é o responsável pela hipertermia local (STICHTENOTH; FHROLICJ, 1998).

O mecanismo fisiológico de alterações térmicas deve ser valorizado em termografia clínica e, portanto, correlacionado com dados clínicos. Em um hipotético caso de um termograma obtido da face de um sujeito com processo inflamatório de articulação temporomandibular; a imagem provavelmente mostrará eventos diferentes do termograma de face com vasodilatação de origem neurológica.

Perelman e colaboradores em seu capítulo de revisão no livro “*Medical Thermology*” (ALBERNATY; UEMATSU, 1986) citam diversos autores que, considerando a termografia

como um sensível teste fisiológico para irritações nervosas sensitivas, compararam termografias com tomografia computadorizada de coluna lombossacra e mielografia em sujeitos com suspeita clínica de ruptura discal confirmada por cirurgia. Estes salientam que a termografia é método não invasivo e de grande utilidade em pacientes com dor vertebral aguda pela sua fácil coleta. Em um grupo de trinta pacientes a termografia prévia foi positiva em 71% dos casos em comparação com 88% de mielografias positivas. A hipótese dos autores foi de que a termografia captava calor produzido pelo trabalho mecânico de espasmo muscular localizado em músculos eretores da espinha, secundário à irritação da raiz nervosa correspondente.

Outros autores são citados por Perelman, neste capítulo de livro, evidenciando correlação direta da termografia com a mielografia de 89% em hérnias discais extrusas (ibidem). Meek, *apud* Perelman, ao correlacionar sensibilidade e especificidade da tomografia computadorizada na hérnia discal, comenta que a termografia é um teste fisiológico e, assim, funcional e a tomografia é uma representação anatômica; encontraram maior sensibilidade na termografia e 100% de correlação com a tomografia computadorizada quando esta era positiva.

As anormalidades das tendinites parecem seguir o tendão específico (TCHOU *et al*, 1992; ANDRADE FILHO, 1999; COHEN, 2005; BRIOSCHI; COLMANN, 2005).

Os autores perceberam áreas de hipotermia em músculos proximais relacionadas com atrofia muscular ou, inicialmente, por alterações do controle nervoso simpático muscular, reduzindo o fluxo sanguíneo (também observado no músculo deltóide em casos de periartrite de ombro ou “ombro congelado” [MABUCHI *et al*, 1998]).

Na osteoartrose de mãos, a termografia é capaz de diferenciar quadros agudos e crônicos bem como diferenciar a gravidade da lesão degenerativa articular (VARJÚ, PIEPER *et al*, 2004).

Em extensa pesquisa revisional bibliográfica não foram encontradas publicações correlacionando ressonância nuclear magnética com termografia na investigação de patologias ortopédicas.

2.6.3.5 Dor de origem simpática (Síndrome Dolorosa Complexa Regional com componente simpático)

A Síndrome Dolorosa Complexa Regional (SDCR) anteriormente denominada Distrofia Simpático Reflexa, pode ser considerada a mais desconfortável e incapacitante funcionalmente das síndromes dolorosas crônicas. Estima-se que 30% da população mundial sofram de dor crônica e, destes, um terço apresente SDCR (LIN; KAZIYAMA; TEIXEIRA, 2003). Comumente secundária a trauma ou imobilização prolongada de um segmento corporal, com ou sem lesão nervosa periférica (o que determina se é do tipo I, a primeira, ou tipo II, a segunda), inicia com dor intensa, comumente do tipo “queimação”, desestimulando a mobilidade da parte afetada.

Se não adequadamente diagnosticada e tratada, esta síndrome evolui para desuso, com atrofia secundária, tendência à fraqueza muscular, distúrbio microcirculatório severo, em sua grande maioria das vezes, mediado por distúrbio no sistema nervoso simpático. Observa-se ao exame físico e, comprova-se pela termografia, a existência de uma extremidade fria, promovida pela vasoconstrição superficial.

Em casos mais avançados, a vasodilatação profunda e o aumento no metabolismo ósseo local promovem osteoporose e um quadro clínico de difícil manejo e recuperação.

A SDCR pode ser diagnosticada pela clínica, cintilografia óssea, Teste da Resposta à condutância da pele, avaliações do fluxo sanguíneo capilar nas extremidades, fluxometria por *doppler*, teste de resposta quantitativa autonômica do suor (mais conhecido pela sigla em inglês *QSART*) e, também, pela termografia. A interpretação dos termogramas mostra que, na maioria dos pacientes, observa-se um aumento de temperatura na extremidade afetada no início do quadro, evoluindo para um resfriamento em fases tardias. Também podem ocorrer períodos intercalados de aquecimento com esfriamento, relacionado com alterações na intensidade de dor, sugerindo uma relação direta da flutuação vasomotora com a intensidade da dor (WEISS, 1994).

Hooshmand (1986), em seu livro dedicado à dor crônica, afirma que a termografia por infravermelho é o método mais sensível no diagnóstico da SDCR, assim como Harway (1997).

A termografia identificou a SDCR em estágios iniciais em 77% dos casos, nos primeiros 03 meses de evolução do quadro; em quadros clínicos mais avançados, a termografia foi eficaz para o diagnóstico entre 46 e 55% dos casos (HOOSHMAND, *ibidem*). Esta publicação salienta, também, a importância do diagnóstico precoce desta síndrome, definindo o prognóstico de reabilitação funcional. Valorizaram apenas achados acima de

1,5°C e, preferencialmente, 2,0° C, em casos duvidosos, nos segmentos acometidos, devido à hipersensibilidade do método (para evitar excesso de diagnósticos falso-positivos).

Uematsu e colaboradores (1988), utilizando a termografia em 803 pacientes com dor crônica encontraram 42 pacientes com SDCR; destes, 67% apresentavam 2,0 ou mais °C reduzidos na temperatura mapeada do segmento afetado. Exames falso-positivos foram encontrados em pacientes com lesão ou cirurgia prévia envolvendo nervos simpáticos, mesmo sem clínica de SDCR.

Huygen e colaboradores (2004) comentam que o diagnóstico desta síndrome pela termografia é baseada na assimetria de temperatura cutânea entre a extremidade envolvida e a contra-lateral; neste estudo, com grupo controle utilizando videotermografia, encontraram sensibilidade de 92% e a especificidade de 94% para $p < 0,001$.

2.6.3.6 Doenças vasculares e cirurgias cardiovasculares

A evidência termográfica de doença vascular foi inicialmente documentada por Winsor & Winsor em 1976; posteriormente a termografia foi incluída em protocolos de pesquisa de doenças vasculares como um método altamente sensível de diagnóstico destas patologias (BRIOSCHI *et al*, 2003).

Obstruções arteriais produzem áreas frias (hipotermia em relação a ponto simétrico de referência, no mesmo indivíduo) distantes em seu território de irrigação: oclusão da carótida interna provoca área fria no aspecto medial da sobrancelha bem como uma oclusão da carótida comum provoca área fria em face e aspecto medial do antebraço; pode haver uma área fria de contraste ao redor da boca (HOOSCHMANN, 1993).

Áreas de distribuição dos nervos radial e ulnar podem ser funcionalmente afetadas pela oclusão de seu suprimento vascular, havendo representação de alterações térmicas como consequência (HOOSCHMANN, 1993).

Oclusão de artéria ilíaca, femoral comum ou poplítea tem sido documentada com a criação de áreas frias anormais usualmente cerca de 10 cm distalmente à oclusão. A interrupção do fluxo digita arterial pode afetar todos os dedos, enquanto a oclusão arteriolar e capilar pode dar isquemia em ponta dos dedos (HOOSCHMANN, *ibidem*).

Áreas quentes localizadas nas pernas podem ser vistas quando há incompetência do sistema venoso perforante; a termografia mostrou alta sensibilidade, comparada com a flebografia em trabalho de Funke, Wojciechowski e colaboradores (*apud* BRIOSCHI *et al*, 2003).

Outros métodos diagnósticos têm sido usados para avaliar patologias vasculares. Entretanto, sendo a termografia um método não invasivo capaz de detectar alterações térmicas precoces secundárias a anomalias circulatórias e, ainda assim, acompanhar evolução funcional na instituição de medidas terapêuticas, sua indicação neste grupo de patologias é valiosa.

A termografia pode detectar trombose venosa profunda, sendo útil e prática em especial em gestantes e pacientes acamados e pós-operatórios pela praticidade de sua execução. Uma área difusa de hipertermia pode ser observada sobre o local de circulação colateral pode ser observada na termografia (HOOSCHMANN, *ibidem*).

Distúrbios da circulação periférica associados a doenças reumáticas como as colagenoses, Lúpus Eritematoso Sistêmico ou periarterite nodosa podem ser identificadas à termografia e funcionalmente monitoradas quanto à sua evolução. Assim como na avaliação da Síndrome de Raynaud, onde a aplicação da termografia foi já bem documentada (RING, 1998), os testes de estresse térmico com exposição ao frio são particularmente indicados.

A aplicabilidade da termografia na delimitação de nível de amputação de membros isquêmicos já foi demonstrada (OHSAWA; INAMORI, 2001).

Estudos sobre efeitos de drogas exacerbando ou induzindo alterações vasculares em extremidades também já foram realizados com sucesso (RING, 1998).

A termografia pode ser utilizada no intra-operatório de cirurgias cardíacas e em cirurgias vasculares dos membros. Com este método pode-se avaliar a eficácia da perfusão de enxertos venosos bem como a irrigação do miocárdio, atestando o sucesso da cirurgia de forma imediata (BRIOSCHI *et al*, 2003).

2.6.3.7 Oncologia

Pela saturação dos sistemas intracelulares, o óxido nítrico pode alterar o controle fisiológico de temperatura em uma região e, se esta for próxima à pele ou houver referência cutânea, poderia ser captada precocemente pela termografia. A produção de óxido nítrico no sistema extracelular por células tumorais provoca vasodilatação local e pode induzir angiogênese. A vasodilatação local pode estimular a formação de metástases. Melanomas parecem ter mesmo padrão do que o câncer de mama quanto à angiogênese (MABUCHI *et al*, 1998; STICHTENOTH; FHROLICJ, 1998; RUSCH *et al*, 2000).

Stefanadis e colaboradores (2003) utilizaram a termografia através de um cateter termossensível introduzido junto ao broncoscópio em momento de biópsia de lesões pulmonares e encontraram sensibilidade de 64% e especificidade de 91% na diferenciação

entre lesões malignas e benignas à biópsia. O padrão de avaliação foi a diferença de temperatura (ΔT) entre o tecido normal e a lesão pulmonar encontrada.

Keyserlingk e colaboradores (2000) apresentaram uma excelente revisão histórica da aplicação da termografia no diagnóstico do câncer de mama; este histórico também auxilia na compreensão do processo de descrédito da termografia como meio diagnóstico ocorrido nos Estados Unidos da América na década de 80 e com repercussões nos dias atuais.

Estes autores relatam uma primeira publicação em 1961 no *Lancet*, por Williams e Handley quando, na Inglaterra, um termógrafo manual rudimentar para o diagnóstico de câncer de mama em cinquenta e quatro de cinquenta e sete pacientes (95%) e comentam que, na maioria dos casos positivos havia um aumento de temperatura de 1 a 2 °C. Também utilizaram manobra de esfriamento de ambas as mamas a 18 °C para aumentar a sensibilidade do método.

Posteriormente, em 1965, Gershen-Cohen introduziu a termografia nos Estados Unidos através do Albert Einstein Medical Center. Seu equipamento requeria quinze minutos para produzir uma simples imagem. Em quatro mil casos estudados, o autor encontrou 94% de verdadeiros positivos e 6% de falso positivos (altas sensibilidade e especificidade).

Em 1968, Haberman publicou no periódico “*Ca-A Cancer Journal for physicians*” sua experiência com a termografia como meio diagnóstico com o índice comparativo de 84% de verdadeiros positivos para 80% da mamografia. Esta autora ainda publicou outra revisão com casos entre 1964 e 1968 avaliados com termografia com os impressionantes índices de verdadeiros-positivos de 87% e de falso-positivos de 13% (*apud Keyserlingk et al*, 2000).

Jones, em 1983 (*apud Keyserlingk et al*, 2000) divulgou seus resultados em mais de 20.000 imagens coletadas em um hospital inglês e observou que em cerca de 70% dos casos de câncer de mama nos estágios I e II e em mais de 90% dos estágios III e IV apresentavam alterações bem definidas à termografia.

Já em 1972, Isard publicou no *American Journal of Roentengology* um alerta relativo ao possível mau uso da termografia como meio diagnóstico por sua imprecisão à interpretação, similar a outros métodos de imagem diagnóstica; este autor, entretanto, ao confirmar câncer de mama em 24,1 em 1000 mulheres assintomáticas comparados aos 7 em 1000 da mamografia, salientou a indicação da termografia como método ideal na triagem em mulheres de grupo de risco, assintomáticas, sugerindo acompanhamento anual quando alguma suspeita era identificada nas imagens termográficas (*ibidem Keyserlingk et al*).

Esta inicial valorização da termografia como meio diagnóstico resultou progressivamente em descrédito durante a década de 80 quando Wallace, em 1975,

apresentou em uma importante conferência do Colégio Americano de Radiologia, em parceria com a Sociedade Americana de Câncer, a termografia como um método diagnóstico simples em sua aplicação, não nocivo por não ser invasivo em nenhuma forma e de fácil interpretação (ibidem Keyserlingk *et al*).

Sendo assim, grupos de trabalho promovidos por aquelas instituições foram formados para criar as diretrizes americanas para triagem diagnóstica do câncer de mama.

Muita ênfase foi dada à mamografia pela sua maior complexidade e riscos associados à radiação sendo que a termografia, por ser “simples e inócua” não recebeu a mesma atenção.

Keyserlingk (ibidem, 2000) ainda aprofunda a discussão desta questão para que se possa entender o “desaparecimento” da termografia médica na década de 80. A conclusão dos grupos de trabalho resumiu-se a um parágrafo sobre a termografia, no texto final de várias páginas; concluíram que o exame poderia ser feito por um técnico treinado, apenas, e as imagens classificadas em “normais” e “anormais”, enquanto que, para a mamografia, padronizou-se a execução do exame por técnico e interpretação por médicos, ambos treinados em centros especializados disponíveis em vários locais dos Estados Unidos.

Quando o Instituto Nacional de Câncer daquele país reconheceu a falta de qualidade dos centros de termografia participantes dos grupos de trabalho daquele estudo, salientou ainda Keyserlingk (ibidem), ofereceu cursos de treinamento em termografia aos técnicos envolvidos no projeto. Houve, entretanto, pouco interesse no envio destes técnicos ao treinamento; argumentos como o “desconforto” causado pela termalização pré-coleta das imagens bem como ausência de padronização na interpretação dos termogramas foram pontos negativos para inclusão da termografia neste protocolo nacional de triagem de câncer de mama nos Estados Unidos da América.

Outro fator negativo relacionado com a termografia naquele projeto foi a não-aplicação de rigor estatístico na interpretação dos resultados como o foi no caso da mamografia.

Diakides (2000) apresentou uma revisão da aplicação da termografia na medicina e comentou as vantagens do acréscimo da termografia à mamografia em triagens para câncer de mama, com aumento de 10% da sensibilidade diagnóstica. Ainda citou um estudo com 728 pacientes com câncer de mama e grupo controle com 100 sujeitos onde a termografia dinâmica aumentou em 28% a sensibilidade diagnóstica quando comparada à termografia estática chegando a 82% de sensibilidade neste método isolado.

Atualmente, nos Estados Unidos da América, há relativamente poucos centros pesquisando e publicando sua experiência com termografia no câncer de mama

(KEYSERLINGT *et al*, 2000). Os trabalhos de Head e Elliot (1993), utilizando a termografia quantitativa na evolução do metabolismo de tumores e os estudos de Gamagami (1996) estudando a angiogênese manifestada à termografia como hipertermia quantificada, evidenciada em 86% dos tumores de mama não palpáveis e, em 15% dos casos detectando câncer não identificado pela mamografia. Guido e Schnitt (1996) e Anbar (1994) estudaram a angiogênese com termografia dinâmica, concluindo ser um mecanismo fisiológico tumoral prévio à invasão de tecidos vizinhos, ou seja, proporcionando o diagnóstico precoce (*apud* KEYSERLINGT *et al*, 2000).

Percebe-se que a termografia teve seu valor comprovado no diagnóstico de câncer de mama, desde que inserida em estudos com maior rigor técnico e dedicados à padronização na interpretação de seus achados.

Lamentavelmente, várias publicações posteriores na área médica utilizando a termografia, incluindo o Estudo de Triagem do Instituto Canadense de Câncer de Mama (com sigla NBSS, em inglês), utilizaram apenas as referências negativas americanas da década de 80 do século 20, com o intuito de desestimular a inclusão da termografia em seu protocolo em 1995 (*apud* KEYSERLINGT *et al*, 2000).

2.7 FISIOLOGIA DA ALTERAÇÃO DA TEMPERATURA CUTÂNEA E SUA INTERPRETAÇÃO CLÍNICA

2.7.1 O papel do Sistema Nervoso Simpático (SNS) na regulação da temperatura

A anatomia do Sistema SNS é bastante simples, em oposição à complexidade de sua fisiologia. É formado basicamente pelos gânglios para-espinais e plexos.

Sua função na regulagem da temperatura corporal se dá através do metabolismo e de sua eferência na pele.

A adrenalina, liberada pela medula adrenal, aumenta o índice de metabolismo corporal e as fibras eferentes simpáticas controlam o diâmetro dos vasos sanguíneos, secreção das glândulas sudoríparas e ereção de pelos. A meta fisiológica deste sistema é economia na perda de calor e preservação de energia. Temos o exemplo em caso de inatividade de um segmento; imediatamente, de forma reflexa, o SNS reduz o fluxo sanguíneo para a pele daquele segmento; a resultante vasoconstrição então, previne a radiação de calor desnecessária naquela extremidade; percebe-se a eficácia e rapidez de sua ação.

Na dor crônica, com imobilidade associada, nas Síndromes Dolorosas Complexas Regionais, com hiperpatia, o SNS reduz o fluxo sanguíneo periférico e aumenta o fluxo sanguíneo profundo, acabando por causar osteoporose pela intensa irrigação na medula óssea (HOOSHMAN, 1993). A vasoconstrição agrava a hiperpatia que, por sua vez, aumenta a imobilidade e a reversão do quadro fica progressivamente mais difícil.

A pele humana, o maior órgão do corpo, é um eficiente termoregulador. Se o corpo não emana calor através da pele, a geração de calor interna pode causar febre, lesão no SNC, e morte. O constante balanço de vasodilatação (perda de calor) e vasoconstrição (manutenção de calor) é regulado permanentemente pelo Sistema Nervoso Autônomo (SNA). É importante salientar que a atividade simpática pode tanto dilatar quanto contrair arteríolas que suprem os músculos esqueléticos; mas nas arteríolas da pele apenas causam vasoconstrição (HOOSCHMANN, 1993).

O controle da temperatura corporal é quase simétrico em ambos os hemisférios e qualquer assimetria térmica entre pontos distintos da pele (0,5 a 0,9°C) deve ser valorizada como atípica e indicativa de disfunção do sistema nervoso simpático (UEMATSU, 1998). Por este motivo, a avaliação por termografia deve ser sempre comparativa entre os hemisférios direito e esquerdo.

Em caso de lesão no SNS observa-se distribuição da disfunção térmica usualmente fora do padrão dos dermatomos relativos às raízes e nervos periféricos; há uma distribuição de acordo com a inervação simpática daquele segmento e seu gânglio correspondente.

Os nervos autonômicos seguem os trajetos das artérias e finalizam nos gânglios simpáticos existentes em níveis espinais, gerando áreas denominadas por Hooshmand (1983) de **DERMATOMOS**, que seriam territórios neurovasculares, bem documentados em livros clássicos de anatomia humana e revisados por Taylor em 1994. Na Figura 4, a seguir, pode-se ver a comparação de localização dos dermatomos, nervos cutâneos e territórios neurovasculares.

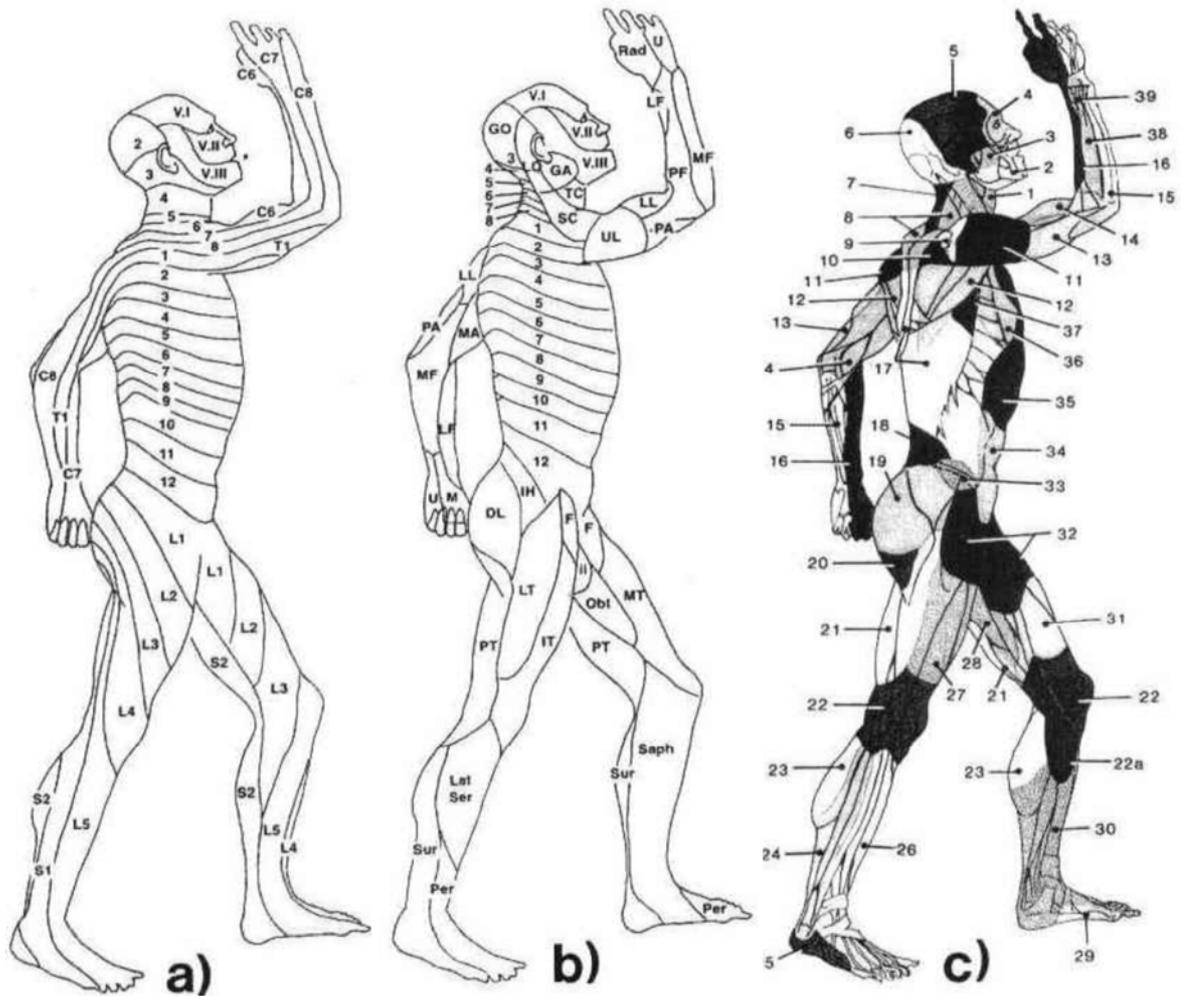


Figura 4 - Comparação entre (a) dermatomas, (b) território de nervos cutâneos e, (c) territórios neurovasculares.

(a) Os dermatomas são representações cutâneas das três regiões do nervo trigêmeo, raízes cervicais, torácicas, lombares e sacrais.

(b) Os territórios dos nervos cutâneos repetem os dermatomas na face e no dorso mas esta relação é perdida em alguns locais devido aos plexos braquial e lombossacral. As siglas nas imagens significam: V.I, II, III = divisões oftálmica, maxilar e mandibular do nervo trigêmeo; GO = nervo grande occipital; LO = nervo occipital menor; GA = nervo grande auricular; TC = nervo transversal cervical; SC = nervo supraclavicular; UL = braço superior lateral; LL = braço inferior lateral; PA = braço posterior; PF = antebraço posterior; MA = braço medial; MF = antebraço medial; LF = antebraço lateral; Rad = nervo radial superficial; M = nervo mediano; U = nervo ulnar; IH = ramo lateral do iliohipogástrico; DL = ramo dorsal de L1, L2 e L3; F = ramo femoral do nervo genitofemoral; II = nervo ilioinguinal; LT = lateral da coxa; IT = intermediário da coxa; MT = medial da coxa; Obt = nervo obturador; PT = posterior da coxa; Saph = nervo safeno; Sur = nervo sural; Per = nervo fibular superficial (peroneal).

(c) Territórios neurovasculares segundo Taylor & Palmer. (1) tireóide, (2) facial, (3) bucal (maxilar interno), (4) oftálmico, (5) temporal superficial, (6) occipital, (7) cervical profundo, (8) cervical trasnverso, (9) acromiotoracico, (10) supraescapular, (11) umeral circunflexo posterior, (12) escapular circunflexo, (13) braquial profundo, (13) braquial, (15) ulnar, (16) radial, (17) intercostal posterior, (18) lombar, (19) glúteo superior, (20) glúteo inferior, (21) femoral profundo, (22) poplíteo e genicular descendente (safeno), (23) sural, (24) fibular, (25) plantar lateral, (26) tibial anterior, (27) femoral lateral circunflexo, (28) adutor (profundo), (29) plantar medial, (30) tibial posterior, (31) femoral superficial, (32) femoral comum, (33) ilíaco circunflexo profundo, (34) epigástrico inferior profundo, (35) torácico interno, (36) torácico lateral, (37) toracodorsal, (38) interósseo posterior, (39) interósseo anterior.

Fonte: TAYLOR, 1994.

2.7.2 O papel do óxido nítrico no aumento localizado da temperatura cutânea

Descobertas relativas à presença de óxido nítrico no espaço extravascular em quadros álgicos, classificando esta substância também como agente nociceptivo, reforça a indicação da termografia como método diagnóstico de quadros de dor (MABUCHI *et al*, 1998).

O óxido nítrico é produzido no endotélio vascular em resposta ao estímulo nervoso, induzindo relaxamento das paredes dos vasos (músculo liso), resultando em vaso dilatação.

Vasos sanguíneos lesados também liberam óxido nítrico. Esta substância, além de provocar vasodilatação pode inibir o efeito vasoconstritor mediado por outras vias de mensageiros neuronais. Também pode ser gerado no sistema extravascular por sistemas que não envolvem controle neuronal (células como linfócitos, osteócitos e por células tumorais). Pela saturação dos sistemas intracelulares, o óxido nítrico pode alterar o controle fisiológico de temperatura em uma região e, se esta for próxima à pele, pode ser captada precocemente pela termografia.

2.7.3 Causas de *Hot Spots*

A denominação *hot spot* encontrada na literatura específica se refere a uma área discóide com cerca de 1 cm² de área e que apresente, no mínimo, 0,50 °C acima da temperatura circundante. Qualitativamente, na termografia computadorizada, estas áreas podem ser visualizadas na cor vermelha, contrastando com áreas verdes, mais frias, na região circundante. Na Figura 5, na página seguinte, os *hot spots* foram salientados com marcador elíptico na cor branca (vide legenda).

Optou-se por manter o termo em língua inglesa, *hot spot*, que teria aqui o significado de um ponto mais quente circundado por região mais fria.

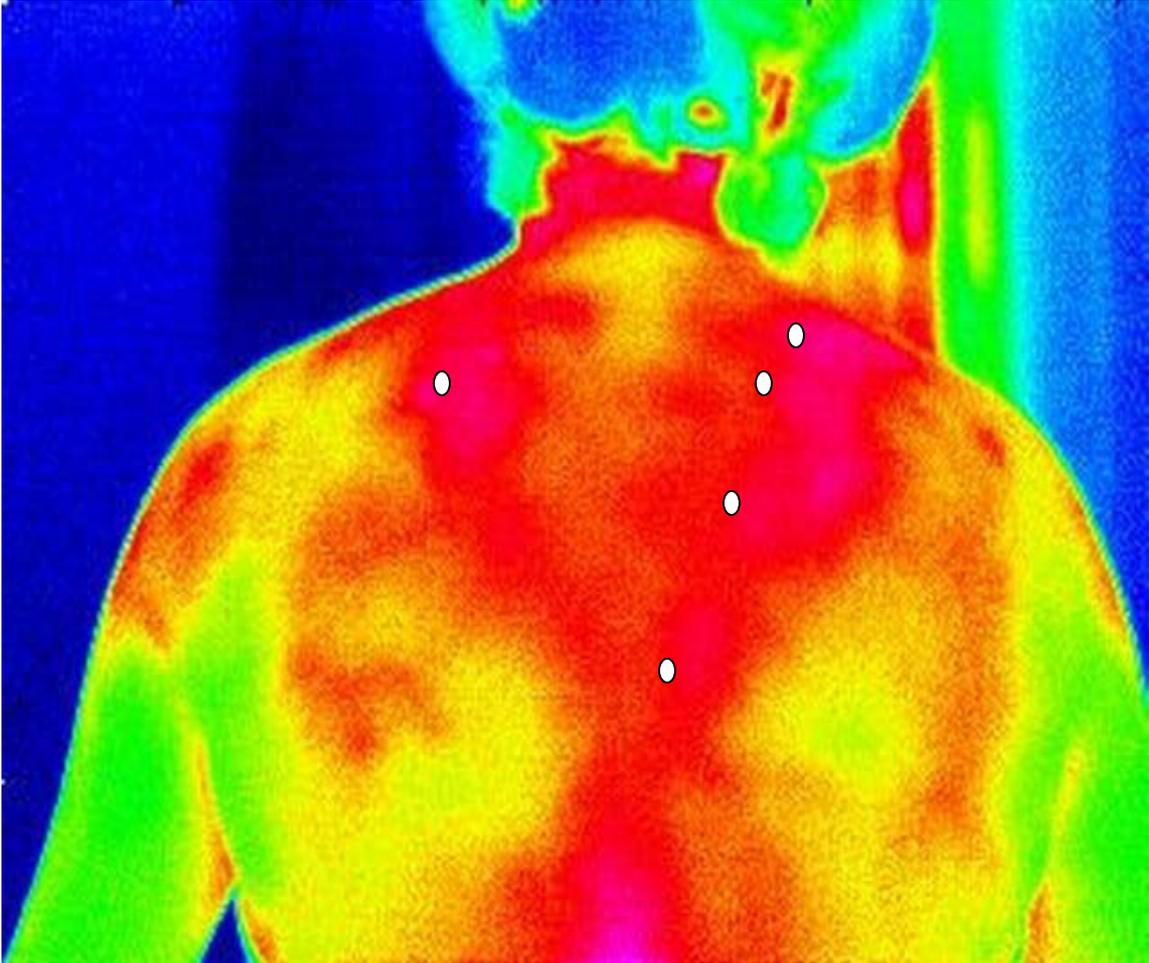


Figura 5 - Termografia mostrando *hot spots*, aqui identificados por marcador elíptico em branco e correspondendo, à direita, à TP 1, TP2 , TP5 e TP3, em seqüência de cima para baixo e, à esquerda, TP 5, da classificação de Travell & Simons (2006), já citada no início deste capítulo.

Conforme citado anteriormente, no texto, o aumento de concentração de óxido nítrico e conseqüente vasodilatação pode provocar a imagem de *hot spot* à termografia.

Outra possível causa para vasodilatação localizada captada pela termografia é o aumento de concentração de outras substâncias vasodilatadoras como a Substância P, ácido láctico, histamina e também o distúrbio da saída de Cálcio através das membranas celulares.

Extensiva atividade simpática ao redor da pele normal não somente causa vasoconstrição secundária ao aumento da atividade adrenérgica como resulta também em atividade colinérgica pós-ganglionar em nervos simpáticos. Isto causa aumento de sudorese e liberação de calor ao redor da área da lesão nervosa.

Sendo assim, podemos ter *hot spots* em termografia relacionados com processo doloroso local, inflamação, alterações vasculares que envolvam vasodilatação e em tumores, tanto por angiogênese como por processo inflamatório associado.

2.7.4 Manobras provocativas

Manobras de *stress* térmico direto ou indireto podem ser aplicadas na coleta de termografias para aumentar sua acurácia diagnóstica. Em casos crônicos de SDCR ou em neuropatias metabólicas onde se imagina encontrar um sistema nervoso autonômico já deficitário em regular e manter estável a temperatura no segmento afetado, a aplicação de manobras provocativas parece ser uma conduta interessante. Estudo de casos com videotermografia (filmagem com câmara termográfica) em sujeitos previamente diagnosticados com SDCR mostrou instabilidade na assimetria térmica e mesmo inconsistência nos achados comparativos entre membro afetado e não-afetado (SHERMAN; KARSTETTER, 1994; CHERKAS *et al*, 2002).

Manobras provocativas podem ser utilizadas na avaliação do sistema nervoso simpático pela termografia e deverão ser valorizadas quando comparadas com respostas de indivíduos normais (grupo controle). O teste de *stress* ou “desafio” térmico utilizado por diversos autores consiste em, após quinze a vinte minutos de termalização em ambiente com temperatura e umidade monitorados (temperatura entre 21 °C e 24 °C, dependendo do protocolo e umidade relativa do ar em 45 +/- 5%) mergulhar ambas as mãos ou pés em água a 15 °C por sessenta segundos e, depois, termografar em seqüência após dois, cinco, dez e quinze minutos para avaliar o índice de recuperação da temperatura (temperatura aumentada/ temperatura reduzida pelo frio x 100%). O valor máximo de recuperação da temperatura é registrado para cada indivíduo. As variáveis avaliadas são tempo para recuperação e percentual de recuperação da temperatura para a região em estudo (HERRICK; HADIDY, 1994; FUJIWARA *et al*, 2000; CHERKAS *et al*, 2002).

2.8 A TERMOGRAFIA NORMAL

O mapeamento térmico de indivíduos hígidos (normais) foi feito por alguns autores. Gesilani Honório, em sua dissertação de mestrado (UDESC, 2004) demonstrou o mapeamento corporal em indivíduos hígidos em diferentes situações, verificando ΔT diferentes para posição deitada, ortostatismo e deambulação no mesmo indivíduo. Outros autores mostraram que há maior variação em extremidade do que no tronco, o que era de se esperar pela maior complexidade do sistema vascular nos membros.

No Quadro 3, abaixo, pode-se observar dados de mapeamento térmico em sujeitos sadios (normais) encontrados na literatura pesquisada.

<p>Honório (2004). Dissertação de mestrado- UDESC. <i>*Citamos apenas área de interesse desta pesquisa.</i></p>	<p>Tronco dorsal: ΔT entre $-0,3^{\circ}\text{C}$ e $+0,3^{\circ}\text{C}$ em relação ao eixo vertebral, na posição ortostática.</p>
<p>Uematsu e colaboradores. Seguimento de 01 ano para avaliar reprodutibilidade. (1986)</p>	<p>Tronco: ΔT em pontos simétricos considerada normal era de $0,128$ a $0,212^{\circ}\text{C}$; Extremidades: ΔT normal de $0,127$ a $0,273^{\circ}\text{C}$; Dedos e artelhos: ΔT entre $0,321$ a $0,579^{\circ}\text{C}$.</p>
<p>Tchou e colaboradores (1992).</p>	<p>Extremidades e tronco: simetria térmica com ΔT de $0,3^{\circ}\text{C}$. Antebraços : ΔT de até $0,9^{\circ}\text{C}$.</p>
<p>Uematsu e colaboradores (1986) Brioschi, Macedo e Macedo (2003)</p>	<p>Controle da temperatura corporal é quase simétrico em ambos os hemisférios; qualquer assimetria térmica entre pontos distintos da pele ($0,5$ a $0,9^{\circ}\text{C}$) deve ser valorizada como atípica e indicativa de disfunção do sistema nervoso simpático. Por este motivo, a avaliação por termografia deve ser sempre comparativa entre os hemisférios direito e esquerdo.</p>

Quadro 3 - Escalas de temperatura normais e ΔT valorizados por vários autores.

Fonte: citada na coluna da esquerda.

A Figura 6, a seguir, mostra a termografia de um sujeito adulto, sadio, sem queixa de dor no músculo trapézio, chamado aqui de “sujeito controle”. A coleta foi feita após quinze minutos de termalização em ambiente climatizado entre 23°C e 24°C , sem contaminação térmica por fontes de calor externo. Pode-se observar zona hipertérmica ($\Delta T=1,67^{\circ}\text{C}$) no eixo vertebral em seu segmento dorso-lombar (marcador indicado como *Ref 4* da Figura 6) quando comparado com a região cutânea dorsal, que inclui o músculo trapézio.

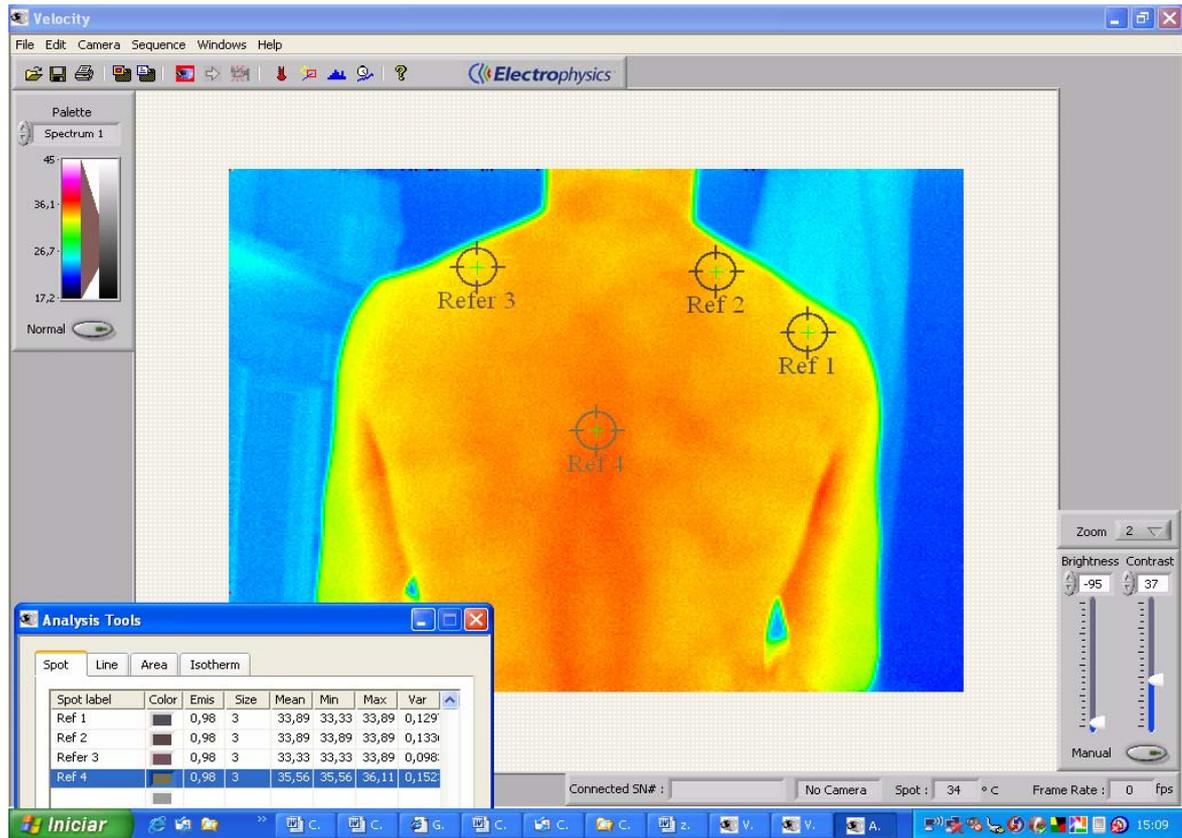


Figura 6 - Termografia da região dorsal em sujeito controle (sem queixa de dor sugestiva de Síndrome Miofascial de músculo trapézio, termalizado por apenas quinze minutos em ambiente entre 23° C e 24 °C).

2.9 COMO VALORIZAR OS EVENTOS TERMOGRÁFICOS: A TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COMO MEIO DIAGNÓSTICO

Sabendo-se que o fator predominante na temperatura da pele é a perfusão sanguínea, espera-se, então, que patologias capazes de modificarem a circulação, particularmente nas extremidades, possam produzir variações passíveis de visualização e quantificação pela termografia computadorizada.

Geralmente, a temperatura da pele é aumentada pela vasodilatação e reduzida pela isquemia ou vasoconstrição.

Hipotermia local pode ser resultado de um esfriamento corporal generalizado ou tensão nervosa (mãos frias, por exemplo). O fumo, obstrução arterial, medicamentos vasoativos também podem produzir alterações na temperatura sistêmica com exacerbações locais.

A hipertermia generalizada ou local também pode resultar de inflamação, fistula artério-venosa, efeito da ingestão de álcool ou exercício físico.

Procedimentos cirúrgicos ou bloqueios químicos que envolvam simpatectomia também podem alterar a temperatura de um segmento corporal inteiro (RING; HOUDAS, 1982; TCHOU *et al*, 1992).

O comportamento térmico anormal da pele se manifesta em duas principais modalidades: alterações patológicas na distribuição espacial da temperatura sobre a superfície da pele ou alterações patológicas relacionadas com o comportamento dinâmico como, por exemplo, resposta ao esfriamento ou aquecimento de um segmento corporal; esta resposta é base de interpretação do teste provocativo com frio, já citado anteriormente neste texto.

A valorização de eventos observados nas termografias deve ser limitada à capacidade do método, ou seja: a termografia computadorizada utilizando câmaras de infravermelho permite uma avaliação fisiológica, funcional; pode-se mapear a temperatura cutânea, sabendo-se que esta é regulada através de mecanismos fisiológicos conhecidos envolvendo fibras nervosas, alterações da atividade vasomotora e mediadores químicos, e também que os tecidos mais profundos podem representar-se funcionalmente na pele (ALBERNATY; UEMATSU, 1986; JONES, 1998; DIAKIDES, 2002).

Alguns pesquisadores que seguem utilizando a termografia em seus serviços nas últimas décadas acompanham a evolução tecnológica que permite processamento matemático de imagens entre outras técnicas para aumentar a sensibilidade e a especificidade do método. Salienta-se, aqui, o trabalho publicado por Ohashi e Uchida (2000) do Hospital Instituto do Câncer, em Tokyo, onde aplicam protocolos já bem estabelecidos para o diagnóstico precoce do Câncer de Mama. Incluem a termografia dinâmica, seqüencial e a termografia de subtração de imagens, onde, através da sobreposição de imagens e análise computadorizada das mesmas, conseguiram aumentar a acurácia de 54% da termografia estática para 82% com a termografia dinâmica, sem aumentar o índice de falso-positivos para câncer de mama. Esta sistemática de uso da termografia poderia ser extrapolada para outros segmentos corporais.

Um termógrafo ideal para uso clínico deve ter acurácia mínima de 0,50 °C, sendo ideal 0,10° C ou mais.

A maioria dos autores tende a valorizar a assimetria térmica, partindo do princípio fisiológico de que o Sistema Nervoso Autônomo saudável é eficaz em regular esta simetria de forma estável, com pequenas variações no hemisfério dominante. Em geral, na coleta de termografias em sujeitos seguindo protocolo adequado, o achado de assimetria térmica entre 0,50 °C e 1,00°C deve ser suspeita de anormalidades fisiológicas e assimetria igual ou maior do que 1,00°C é significativa. A assimetria térmica pode significar aumento ou redução da temperatura do lado afetado (HOOSHMAND, 1993), conforme Quadro 4.

Variáveis valorizadas na interpretação dos termogramas

ΔT : pode ser valorizado como uma das variáveis para patologia; não serve como variável isolada.

ΔS : ponto de maior temperatura do membro em estudo subtraindo o ponto de referência do membro contralateral (maior índice de falso positivo).

Pontos hipertérmicos; em relação a um ponto de referência (menor valor em °C). O ponto hipertérmico deve estar em área onde não há vasculatura superficial definida na imagem, sendo então, possivelmente patológico.

Hot Spots: áreas em formato discóide, com cerca de 1cm a 2cm de área, hipertérmica em relação à região circundante. Indicam aumento não-fisiológico de metabolismo local, aumento de concentração de óxido nítrico e/ou angiogênese. Há redução gradual regional da temperatura (menos pontuais do que na vasculatura normal).

**Vasculatura normal: o profissional ao interpretar as imagens termográficas deve estar bem familiarizado com mapas de vasculatura normal; vasos de grosso calibre são grandes “atrapalhadores” na interpretação dos termogramas; usualmente “saturam” a imagem com pontos hipertérmicos; fornecem uma imagem com pontos hipertérmicos bem definidos com área fria (ou normal) muito próximas.*

Quadro 4 - Eventos mais valorizadas na interpretação dos termogramas.

Fonte: *Medical Thermology*, Albernaty e Uematsu, 1986.

Imagens termográficas consideradas “anormais” raramente podem indicar um diagnóstico específico sem o auxílio de outros métodos mas, certamente contribuem na compreensão da fisiopatologia associada (VERDUGO; OCHOA, 1993; DI BENEDETTO *et al*, 1996)

A informação mais importante que pode ser obtida de um termograma parece não ser o valor absoluto da mudança de temperatura, mas, sim, sua distribuição (MABUCHI *et al*, 1998).

No Quadro 5, a seguir, aparecem listadas as definições para termátomos específicos e seus significados fisiopatológicos.

	Termátomos	Definições
1	Termátomos angiológicos	Regiões de temperatura anormal causada por anormalidades vasculares
2	Termátomos angiológicos funcionais	Regiões de temperatura anormal causada por disfunção vascular
3	Termátomos neuro-dermatomais	Bandas de temperatura anormal causada por distúrbios somatosensitivos neuronais
4	Termátomos miotomais	Regiões de temperatura anormal causada supostamente por aporte de fluxo sanguíneo muscular anormal
5	Termátomos metabólicos	<i>Spots</i> frios ou quentes anormais causados por excessiva e/ou queda na produção de calor e fluxo sanguíneo
6	Termátomos dinâmicos e stress térmico ambiental	Regiões com reações anormais quando aplicada carga térmica
7	Termátomos dinâmicos por medicação	Regiões com reações anormais quando um paciente usa determinada medicação
8	Termátomos dinâmicos por vários tipos de sobrecarga	Regiões com reações anormais quando um paciente recebe carga de estímulos variados

Quadro 5 - Padrões termográficos anormais classificados por sua fisiopatologia.

Fonte: Fujimasa (1998).

No câncer de mama, salienta-se a escala de *Ville Marie Medical Women's Health Center* de Montreal, Canadá (KEYSERLINGK *et al*, 2000) e o protocolo do *Tokyo Cancer Institute Hospital* (OHASHI; UCHIDA, 2000), mostrados nos Quadros 6 e 7:

Sinais de anormalidade

- 1) Assimetria vascular significativa (secundária a causas não tumorais como abscessos, entre outros processos estáveis nas imagens).
 - 2) Forma não usual vascular (vasos de trajeto tortuoso, ramificações não usuais ou padrões aberrantes).
 - 3) Aumento focal de 1 °C na temperatura (ΔT) quando comparado com mama contra-lateral associado a área clínica anormal (queixa ou exame físico alterado).
 - 4) Aumento focal de 2 °C na temperatura (ΔT) comparado ao mesmo local contra-lateral.
 - 5) Aumento focal de 3 °C na temperatura (ΔT) comparado ao restante dos tecidos da mesma mama quando ausentes na mama contra-lateral.
 - 6) Aumento global de temperatura da mama em 1,50 °C (ΔT) quando comparada à mama contra-lateral.
-

Escala Infravermelho

IR1: ausência de qualquer padrão vascular anormal até moderada simetria vascular.

IR2: alteração significativa, porém simétrica no padrão vascular até assimetria vascular moderada. Particularmente se similar a imagens prévias.

IR3: Um sinal de anormalidade.

IR4: dois sinais de anormalidade.

IR5: três sinais de anormalidade.

Quadro 6 - Escala de graduação da termografia no câncer de mama de *Ville Marie Women's Hospital*.

Fonte: KEYSERLINGK *et al*, 2000.

Critérios diagnósticos para o câncer de mama pela termografia

1. Presença de *hot spot* assimétrico;
 2. Exagero assimétrico do padrão vascular;
 3. Diferenças significativas de padrão de calor (hipertermia) nas termografias seqüenciais, denominada de “indicador térmico”.
 4. Padrão positivo (persistente) de hipertermia nas termografias seqüenciais.
 5. Existência de *hot spot* nas termografias de subtração de imagens.
-

Termograma positivo:

Presença dos itens 1, 2 ou 3, na termografia estática é considerado POSITIVO para câncer de mama. Segue-se então os métodos complementares: termografia seqüencial dinâmica e por subtração de imagens; aplica-se, então, um fluxograma que classifica as pacientes em 08 grupos (I a VIII), com estabelecida correlação com tamanho do tumor e prognóstico de evolução.

**Não citam a realização de mamografia na confirmação do diagnóstico.*

Quadro 7 - Critérios diagnósticos para termografia no câncer de mama do *Tokyo Cancer Institute Hospital* .

Fonte: OHASHI; UCHIDA, 2000.

CAPÍTULO 3 – MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICA DA PESQUISA

De acordo com Gil (2002), este estudo pode ser caracterizado por descritivo do tipo exploratório, por buscar levantar características e informações sobre os fenômenos estudados.

3.2 CASUÍSTICA

O estudo foi realizado com uma amostra composta por trinta sujeitos, com faixa etária entre vinte e setenta anos (média de idade = 32,5 anos), sendo quinze do sexo masculino e quinze do sexo feminino.

3.2.1 Público-alvo

Pacientes, aqui denominados sujeitos, clientes da clínica médica onde trabalha efetivamente a autora, médica fisiatra, foram convidados a participar do estudo de forma voluntária.

A técnica de amostragem utilizada é considerada como não aleatória, do tipo intencional.

A amostra refletiu a procura espontânea de consultas por dor em região dorsal. Dados epidemiológicos da clínica onde foi realizado o presente estudo apontam equivalência na prevalência de Síndrome Miofascial em músculo trapézio para ambos os sexos.

3.2.2 Convite

O convite para participação no estudo foi realizado de duas formas: durante consulta médica, onde havia queixa de dor na região de interesse do estudo e através de cartaz-convite na recepção da clínica. Os voluntários deveriam apresentar queixa de dor em região de músculo trapézio, uni ou bilateral, acompanhada ou não de dor referida para outro local mais distante como os membros superiores, região cervical ou cabeça.

Outro convite, divulgado da mesma forma citada acima e com o objetivo de constituir um grupo controle com mesmo número de participantes, apresentava como critério principal

de participação a inexistência de dor na região dorsal, mais especificamente no músculo trapézio.

3.2.3 Critérios de Inclusão

- Idade entre vinte e três e setenta anos.
- Intensidade de dor em VAS (*Visual Analogic Scale*, variando de zero a dez) igual ou acima de quatro na região de interesse da pesquisa (vide Figura 7, a seguir, no texto).
- Queixa de dor em região de músculo trapézio.
- Disponibilidade para comparecer às coletas no local determinado.
- Índice de Massa Corporal (IMC) entre 18.5 a 24.4 kg/m², considerado como normal e calculado através do peso corporal, altura e idade dos sujeitos (RICARDO; ARAÚJO, 2002).

3.2.4 Critérios de exclusão

- Distúrbio psiquiátrico grave pela dificuldade de colaboração nas entrevistas e coletas;
- Presença de doença sistêmica inflamatória no momento da coleta devido à possibilidade de hipertermia generalizada;
- Impossibilidade de comparecer às coletas;
- Estar fora da faixa etária pré-determinada acima;

*Não ter seguido protocolo de coleta previamente explicado, incluindo abstinência de cafeína, álcool, medicações vasodilatadoras ou vasoconstritoras, consideradas estimulantes de hipotermia ou hipertermia cutânea, até, no mínimo, seis horas prévias às coletas; esta restrição foi indicada baseada em protocolos de outros autores, bem como em resultados prévios do projeto pilotos da presente pesquisa (RING *et al*, 1982; BRIOSCHI, MACEDO, MACEDO, 2003).

3.2.5 Características da amostra quanto ao limiar de tolerância à pressão dolorosa

Conforme apresentado no Capítulo 2 deste estudo, a aplicação do teste de tolerância à pressão dolorosa antes da algometria da área dolorosa de interesse permite a valorização quantitativa destas medidas, tanto na clínica como em pesquisa.

Na amostra deste estudo, encontrou-se dois sujeitos com tolerância à pressão dolorosa

reduzida em relação ao padrão normal da literatura (FISCHER, 1994), sendo um sujeito com ambas as tolerâncias, muscular e óssea diminuídas, indicativo de hipersensibilidade a estímulos de provável origem central (sensibilização central pela dor crônica), e o outro sujeito, somente com tolerância à pressão dolorosa muscular reduzida, indicando hipersensibilidade generalizada em tecidos moles e, no caso, preenchendo os critérios para fibromialgia. Estes sujeitos não foram excluídos do estudo porque, à termografia, foi possível identificar os pontos de maior dor e os *hot spots* encontrados correspondiam ao registro no diagrama de dor, desenhado pelo próprio sujeito. Os valores de limiar de tolerância à pressão dolorosa padrão (vinte e oito sujeitos da amostra) e dos dois sujeitos com limites inferiores, estão descritos na Tabela 3, abaixo.

Tabela 3 - Limiar de tolerância à pressão dolorosa anormais encontrado em dois sujeitos da amostra deste estudo.

Região	Sujeitos	Média e Desvio Padrão (em kgf/cm²)
Deltóide	Amostra padrão (n=28)	10,2+/-3,2
Tíbia		8,9+/-3,4
Deltóide	Sujeito 07	Direito: 2,8
Tíbia		Esquerdo: 3,1
		Direita: 2,5
		Esquerda: 2,5
Deltóide	Sujeito 09	Direito: 2,0
Tíbia		Esquerdo: 2,5
		Direita: 2,5
		Esquerda: 3,5

Fonte: referência ao padrão normal de limiar de tolerância à pressão dolorosa. Fischer, 1994. In: Myofascial Pain and Fibromyalgia, Trigger Point Management. St. Louis, Mosby, 1994, p.121-141.

3.2.6 Características da amostra quanto ao tempo de dor e intensidade da queixa dolorosa (VAS)

Nos gráficos abaixo se encontram listados dados relativos ao tempo de dor e intensidade de dor, quantificada pela Escala Analógica Visual (VAS).

No Gráfico 6, observa-se que vinte e cinco sujeitos (83,33%) da amostra apresentavam dor crônica e apenas cinco (16,66%), dor aguda.

No Gráfico 7, onde apresentam-se dados relativos à intensidade da dor e frequência na amostra, encontram-se seis sujeitos com VAS igual a 4, nove sujeitos com VAS igual a 5, seis sujeitos com VAS igual a 6, oito sujeitos com VAS igual a 7 e apenas um sujeito com VAS igual a 8. Dos cinco casos de dor aguda, três apresentavam VAS igual a 5 e dois, VAS igual a 6.

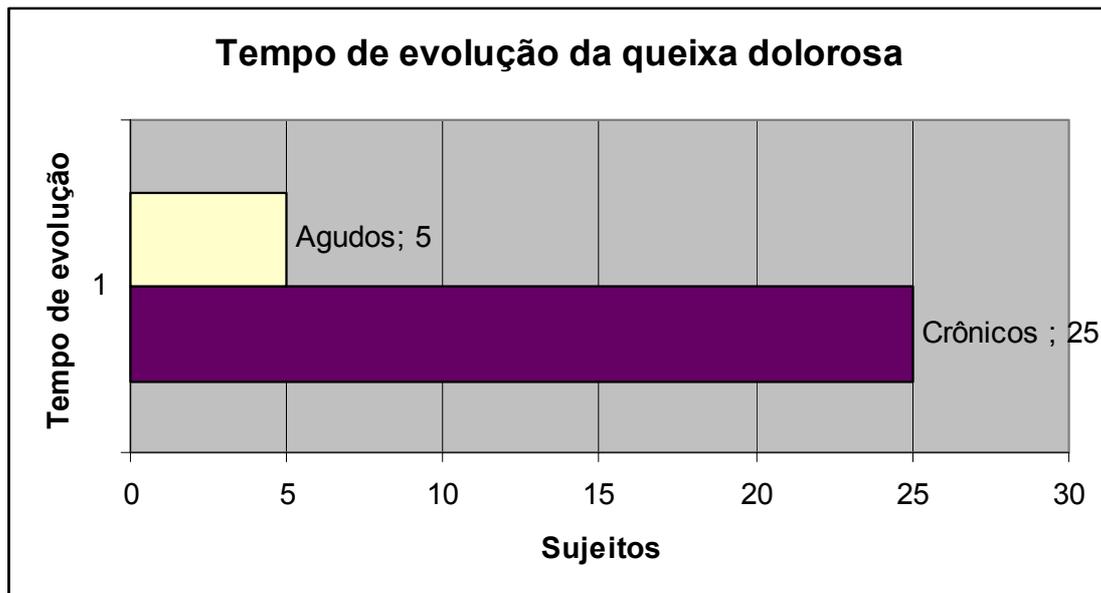


Gráfico 1 - Tempo de evolução da queixa dolorosa, dividido em AGUDOS e CRÔNICOS (n = 30).

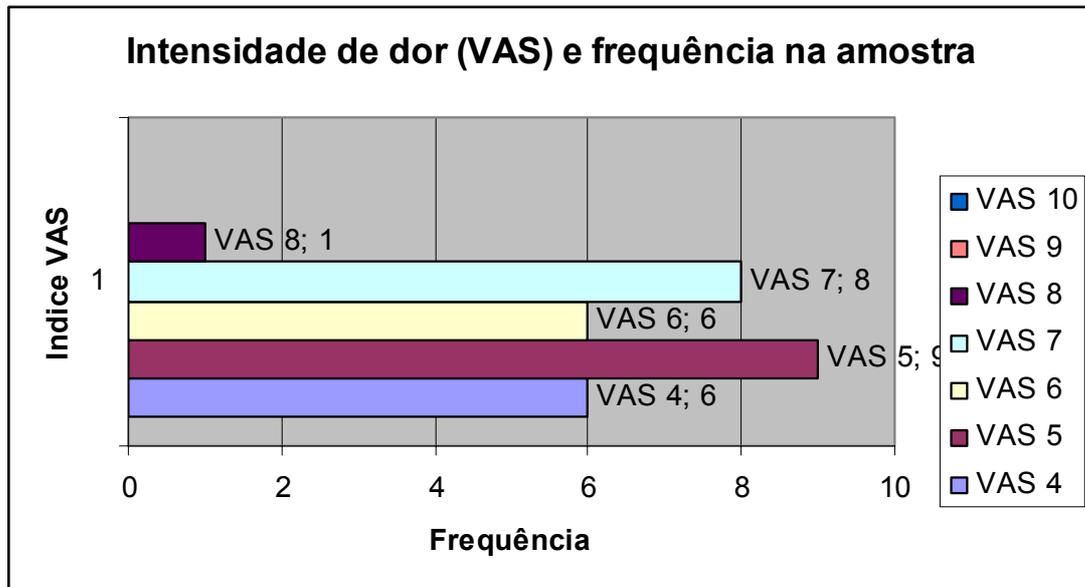


Gráfico 2 - Intensidade de dor e sua frequência na amostra.

Nota: VAS significando Visual Analogic Scale, a ser descrita a seguir, no texto.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Instrumentos utilizados no estudo

A escolha dos instrumentos de entrevista e medição da dor foi baseada na experiência clínica da autora e em protocolo de outros pesquisadores (FISCHER; DUBO; CASSIUS *et al*, 2002).

A algometria de pressão foi utilizada neste estudo para confirmação da existência dos *trigger points* por ser indicada como o método ideal (mais sensível e específico) na identificação destes pontos (FISCHER, 1987; 1990(a); 1990(b); 1994; 1997; 1998; OHRBACH; GALE, 1989; MIKKELSON *et al*, 1992; GERWIN, 1995; GERWIN *et al*, 2001; LIN *et al*, 2001; GRAFF-RADFORD, 2005; BALBINOT; VIEIRA, 2005).

A termografia foi introduzida neste estudo como método experimental no diagnóstico dos *trigger points* e teve sua sensibilidade e especificidade comparada aos eventos identificados pela algometria.

A opção de uso do termo em inglês, *trigger point*, para denominar ponto gatilho miofascial teve origem na busca deste termo como *descriptor de assunto* junto à BIREME-OPAS (www.bireme.org), que inexistia em português.

3.3.1.1 Entrevista clínica

A entrevista clínica incluiu dados de identificação como nome, idade, sexo, endereço e telefone para contato, procedência, profissão e dados antropométricos, como peso corporal, estatura e Índice de Massa Corporal (IMC). (ANEXO 1)

A duração da queixa dolorosa foi questionada em termos de dias, meses ou anos de duração para posterior discussão. Considerou-se como dor crônica a dor com duração maior do que 03 meses e aguda como inferior a este período (BONICA, 1990).

3.3.1.2 Escala analógica visual (*VAS - Visual Analogic Scale*)

A *VAS* é a escala mais utilizada como método de medição de dor tanto na clinicamente como em pesquisa, segundo Basmajian (In: *Physical Rehabilitation Outcome Measures*, 1995). Esta escala mede a intensidade e a magnitude da dor ao longo de uma escala contínua. Consiste de uma linha reta com 10 cm de comprimento. O final da linha é definido como o limite extremo de experiência dolorosa e o início como ausência de dor. A orientação da linha pode ser horizontal ou vertical.

Há dois tipos de *VAS*: absoluta e comparativa; a absoluta, utilizada neste estudo, mede a severidade da dor em um momento de tempo particular; a comparativa mede a dor e seu alívio em um período de tempo comparativo.

O treinamento para sua aplicação é simples e requer compreensão por parte do sujeito avaliado.

As instruções devem ser dadas de maneira clara e objetiva ao sujeito, sem indução à resposta através de exemplos.

A quantificação do teste se dá através do número de milímetros correspondente ao ponto de dor indicado do marcador, no caso do instrumento utilizado neste estudo. (vide Figura 7 A e B).



A



B

Figura 7 (A) e (B): Escala Analógica Visual sob a forma de uma régua de 10 cm.

3.3.1.3 O diagrama de dor

Esta ferramenta de avaliação de dor permite que o sujeito avaliado participe ativamente de sua avaliação, desenhando livremente ou em um diagrama do corpo ou região corporal, a localização de sua queixa dolorosa. Assim como a VAS, pode servir tanto como auxiliar no diagnóstico como também no acompanhamento da evolução de tratamentos. Pode associar-se um sistema de pontuação ao diagrama como, por exemplo, um ponto para cada região de dor (Basmajian; In: *Physical Rehabilitation Outcome Measures*, 1995).

Neste estudo utilizou-se o diagrama apenas como orientação ao exame físico, para facilitar a identificação dos *trigger points* (ANEXO 2).

3.3.1.4 Algometria de pressão

A algometria de pressão é realizada com um dinamômetro analógico tipo relógio, adaptado a uma haste com ponteira circular de borracha com área conhecida (1 cm^2). Desta forma, aplica-se uma força a esta haste (kgf), perpendicular à pele da região de interesse e obtém-se um valor de pressão, em kgf/cm^2 (vide Figura 8). Trata-se de um método semi-quantitativo por depender da informação do sujeito avaliado e, até o momento, o método mais objetivo e reprodutível para localizar precisamente os pontos dolorosos e definir seu grau de atividade ou hipersensibilidade, segundo várias pesquisas (FISCHER, 1987; 1990(a); 1990(b); 1994; 1997; 1998; MIKKELSON *et al*, 1992; GERWIN, 1995; LIN *et al*, 2001; GRAFF-RADFORD, 2005; BALBINOT; VIEIRA, 2005).

A reprodutibilidade inter-examinador da algometria de pressão está diretamente relacionada com o treinamento do examinador e tende a ser maior em músculos mais superficiais (OHRBACH; GALE, 1989; GERWIN *et al*, 2001; SCIOTTI; MITTAK *et al*, 2001).



Figura 8 - Algômetro de pressão no exame físico de *trigger points*.

A calibração do algômetro é possível através da colocação de carga acoplada a um pequeno orifício em local oposto ao disco de borracha. Há um botão de zerar que deve ser pressionado antes e depois de cada teste; há necessidade de ajuste de calibração sempre que, ao zerar o marcador do dinamômetro, este não marque zero.

Há, no mínimo, dois modelos de algômetros de pressão disponíveis comercialmente para uso clínico, sendo um com carga máxima aplicada de 20 kgf e divisões a cada 0,20 kgf e outro com carga máxima de 10 kgf e 0,10kgf por divisão. O primeiro torna mais fácil o teste em indivíduos normais, que possuem um limiar de tolerância à pressão maior; o segundo, é mais preciso para ensaios clínicos. Nesta pesquisa utilizaram-se ambos os modelos, de acordo com o objetivo dos testes, sendo o primeiro, para avaliar os *trigger points* de músculo trapézio e o segundo, para avaliar os pontos de referência muscular (deltóide) e ósseo (crista da tíbia).

A técnica correta de aplicação da pressão consiste em posicionar o disco de borracha do dispositivo de forma perpendicular ao plano da pele no local de interesse. Uma das mãos fixa a haste com disco de borracha junto à pele enquanto a outra mão exerce a pressão lenta e gradualmente [FISCHER, 1987; 1990 (a); 1990(b)].

Previamente à algometria do músculo de interesse ao diagnóstico pode-se fazer avaliação do limiar de tolerância à pressão de cada sujeito, sobre estrutura muscular e óssea. Fischer (1987) descreveu detalhadamente a técnica, que consiste em determinar o limiar de pressão dolorosa locais de referência, sendo indicado o músculo deltóide e a tíbia (vide Figuras 9 e 10).



Figura 9 - Algometria sobre o músculo deltóide; o examinador usa a mão dominante para fixar o algômetro na posição e a outra mão exerce a pressão sobre o dispositivo.



Figura 10 - Algometria sobre a crista da tíbia; o examinador usa seu dedo indicador para posicionar o algômetro e usa a outra mão para aplicar a força.

A técnica consiste em palpar-se o músculo deltóide bilateralmente, procurando área não dolorosa, onde se posiciona o algômetro conforme descrito anteriormente. O sujeito examinado é orientado a dizer “SIM” quando iniciar a sentir desconforto ou dor. A pressão é dada lenta e continuamente na velocidade de 1 kgf/segundo. Quando o sujeito diz “SIM” interrompe-se o aumento de pressão, faz-se a leitura do relógio e registra-se. Deve-se então manter a pressão e instruir ao sujeito que informe “PARE” quando parar de sentir a dor e o desconforto; faz-se novamente a leitura e esta é a medida válida como tolerância máxima.

Na tíbia, o local é selecionado através da palpação da região anterior da perna cerca de 5 cm distal à porção terminar superior da tíbia. A área não dolorosa a ser medida é marcada. Deve-se ter o cuidado de posicionar o disco do algômetro com um dos dedos indicadores do examinador para que este não deslize da crista óssea, manter o algômetro perpendicular à pele e usar o próprio peso corporal para obtenção da força necessária a ser traduzida em pressão sobre o local marcado. Se a região acima sugerida for dolorosa à palpação, deve-se deslocar alguns centímetros sobre a crista da tíbia até localizar região não dolorosa.

Na interpretação do teste de tolerância à pressão em indivíduos com Síndrome Miofascial pode-se encontrar (a) ambas as tolerâncias, muscular e óssea diminuídas, indicativo de hipersensibilidade a estímulos de provável origem central (sensibilização central pela dor crônica), sugestivo de prognóstico reservado ou, de no mínimo, demora em resposta a medidas terapêuticas e (b) ambas as tolerâncias à pressão aumentadas, indicando boa tolerância a estímulos e usual em indivíduos saudáveis e atletas, e bom prognóstico quanto à resposta aos tratamentos instituídos, (c) somente a tolerância muscular está reduzida, o que pode indicar má escolha da região controle (rever palpação do deltóide) ou hipersensibilidade generalizada em tecidos moles, devendo-se estender o teste a outras regiões para esclarecimento; deficiências metabólicas devem ser então pesquisadas (FISCHER, 1994). A reação bizarra a estímulos dolorosos, não seguindo padrões lógicos conhecidos pode também refletir distúrbios de personalidade, não sendo objetivo de estudo desta pesquisa.

Cabe salientar que, tanto o exame físico como a algometria foram realizados no mesmo dia da coleta dos termogramas e logo após esta, para evitar artefatos de hipertermia na termografia, secundária ao contato com as mãos do examinador.

O algômetro estava calibrado, de acordo com especificações do fabricante.

Previamente à algometria dos locais de dor no músculo trapézio uni ou bilateral, foi realizada a testagem de limiar de dor em zonas de referência (músculo deltóide bilateralmente, em local não doloroso à palpação superficial e em crista da tíbia, idem). Como no estudo piloto a coleta de três medidas para posterior cálculo de valor médio

conforme sugerido em estudo prévio (FISCHER, 1994) não mostrou-se necessária (reprodutibilidade próxima de 100%), optou-se pela coleta única.

Após a identificação das bandas tensas através da palpação do(s) músculo(s) acometidos, aplicou-se força sobre o algômetro após posicionar o disco de borracha do dispositivo de forma perpendicular à pele no local de interesse. Uma das mãos fixava a haste com disco de borracha junto à pele enquanto a outra mão exercia a pressão lenta e gradualmente [FISCHER, 1987; 1990 (a); 1990(b)].

Os *trigger points* encontrados foram identificados segundo a classificação de Travell, Simons e Simons (2006), previamente citada no Capítulo 2, páginas 35 e 36.

3.3.1.5 Termografia computadorizada

O equipamento utilizado apresentava sensibilidade térmica em faixa espectral de 7,0 μm a 12,0 μm , adequado à sua aplicação no diagnóstico médico por incluir o comprimento de onda emitido pela pele humana, que é 9,4 μm , com índice de incerteza de 2% ou 2°C; no caso, o que for maior.

A calibração do sistema é automática, conforme indicação do fabricante, ocorrendo a cada momento em que o mesmo é ligado e conectado ao computador (auto-teste do sistema).

A elaboração do protocolo de coletas levou em consideração a futura aplicação em ambientes comuns como consultórios médicos ou ambulatório de empresas, onde há apenas cortina nas janelas e aparelho de ar condicionado, devendo estar associado a um termômetro com precisão para monitorar a temperatura ambiental.

Após o projeto piloto realizado com cinco sujeitos e apresentado à banca examinadora para qualificação, optou-se pelo protocolo que se segue abaixo.

3.3.1.5.1 Descrição do comportamento das termografias em diferentes posições de coleta

A apresentação das imagens impressas está sob a forma de “colagem” no editor de texto (“*print screen*” da imagem original do *software* “*Velocity*”) devido à incompatibilidade de importação do arquivo do *software* de origem. Tal procedimento permitiu a preservação da imagem original, evitando edição posterior.

Utilizaram-se marcadores do *software Velocity* para referências na tabela, que consta nas imagens, com dimensão equivalente a três *pixels* cada marcador; a emissividade para cálculo da temperatura em graus Celsius (°C) foi corrigida de 1,00 para 0,98 (CHRISTIANSEN; GEROW, 1990). Estes valores são apresentados em valor máximo, mínimo ou médio, bem como a variação térmica nos três *pixels* que compõem o marcador circular (vide Figura 11, a seguir, no texto).

A sensibilidade térmica é a capacidade de o aparelho distinguir entre dois tons de cinza sucessivos, correspondentes a duas temperaturas muito próximas; as cores que vemos na tela do computador e posteriormente impressas como termogramas são produzidas pelo programa gerenciador, no caso, o *Velocity*.

Valorizou-se, neste estudo, a medida de diferença de temperatura entre um ponto de referência e as regiões do músculo trapézio, correspondentes a possíveis *trigger points* (ΔT). Em alguns casos, a imagem correspondente, porém, sem os marcadores de temperatura, foi acrescentada para apreciação qualitativa adicional.

As imagens selecionadas para a apresentação a seguir foram as mais representativas das estruturas analisadas.

- Imagem lateral

Esta imagem teve a finalidade o mapeamento térmico da região muscular escolhida como referência, que foi a região cutânea correspondente ao músculo deltóide, observada na Figura 11, a seguir (sujeito “dezoito”). Também serviu para, em alguns casos, avaliar a porção superior do músculo trapézio, quando em busca do *trigger point* miofascial TP1, como também se pode ver na mesma Figura 11.

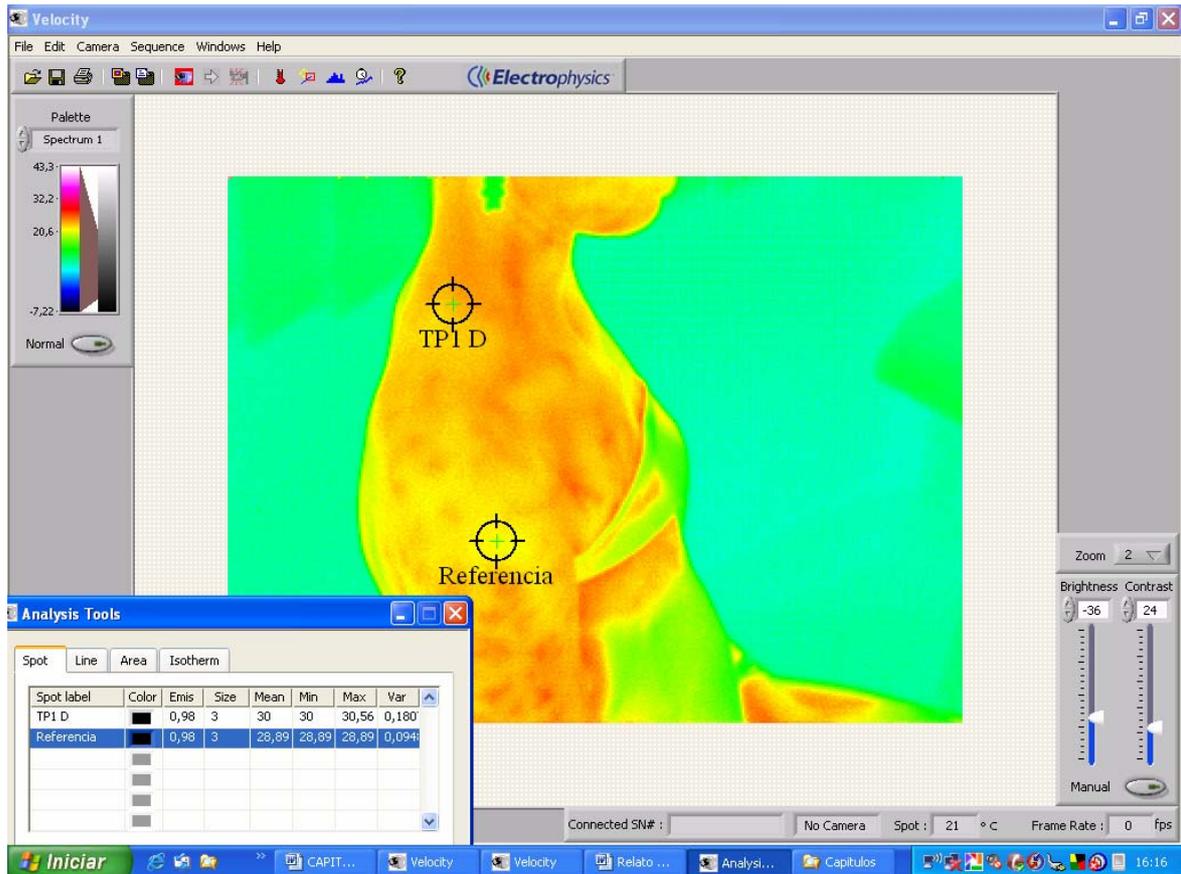


Figura 11 - Termografia em posição lateral, com foco em músculo deltóide, no sujeito dezoito.

Nota: o marcador circular descrito como Referência corresponde ao músculo deltóide direito; o marcador descrito como TP1 D corresponde ao *trigger point* central 1, significando *trigger point* de posição central 1, localizado em músculo trapézio superior direito segundo Travell, Simons & Simons, 2006.

- Imagem da região dorsal

A imagem da região dorsal, com foco no músculo trapézio, permitiu a identificação de possíveis *trigger points* nesta região, objeto principal deste estudo.

Utilizou-se, como referência anatômica para localização dos *trigger points*, os desenhos publicados por Travell, Simons & Simons (2006). A localização dos *trigger points* proposta por estes autores leva em consideração as variações anatômicas entre indivíduos; valoriza-se a localização dos pontos em trapézio superior, médio ou inferior, de acordo com a posição das fibras deste músculo (vide Capítulo 2, páginas 35 e 36).

A Figura 12 ilustra imagem da região dorsal.

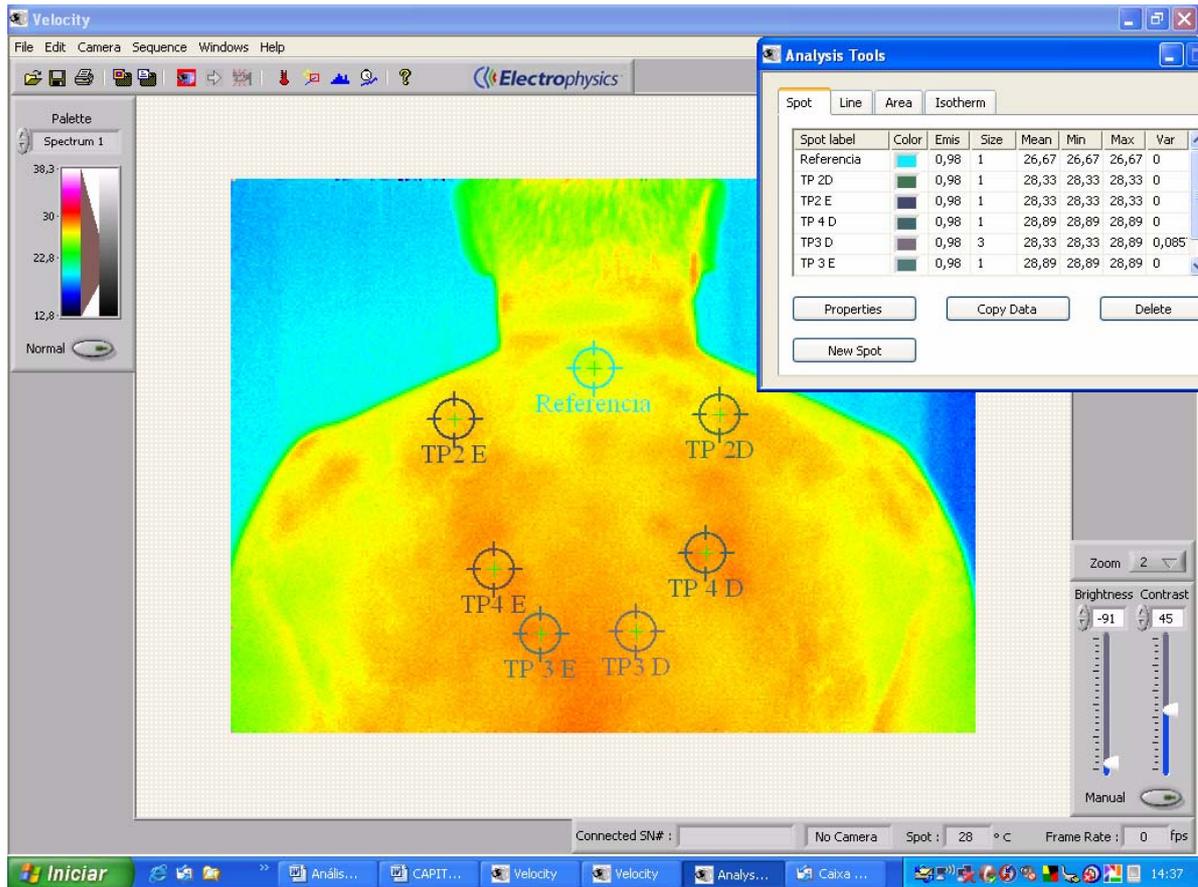


Figura 12 - Imagem dorsal, do sujeito “dois”, mostrando trigger points identificados bilateralmente e com tabela de valores da temperatura em °C e ΔT (diferença de temperatura) entre ponto de referência e os *trigger points* marcados.

Nota: TP2 D, TP2 E, TP3 D, TP3 E, TP4 D e TP4 E significando: TP, *trigger point*, números de 1 a 4 a localização segundo classificação de referência de Travell, Simons & Simons e Referencia sendo o ponto de referência regional para medição de ΔT .

3.4. PROCEDIMENTO DE COLETA DE DADOS

Os sujeitos foram avaliados sempre pelo mesmo examinador, no caso, a autora da pesquisa, havendo três colaboradores fixos durante as coletas, com funções específicas: uma secretária, que realizava o agendamento e recepção dos sujeitos, como também informava detalhes do protocolo pré-coleta das imagens, uma fisioterapeuta, que auxiliou na aplicação da entrevista e orientações quanto à termalização, um engenheiro eletricista experiente em termografia, que auxiliou tecnicamente na coleta de todas as imagens.

O fluxograma iniciava com entrevista clínica, que incluía questionário inicial, dados de identificação e informações sobre queixas dolorosa. Após, o sujeito era solicitado a

assinalar seus locais de dor no músculo trapézio no diagrama de dor e orientado sobre os procedimentos relativos à coleta dos termogramas e exame físico, realizados a seguir, no mesmo dia e em seguida.

3.4.1 Entrevista clínica

A entrevista clínica foi aplicada sob forma de questionário, pelo examinador, incluindo dados sobre a intensidade da dor através da Escala Analógica Visual (*VAS*), complementada pelo diagrama de dor, este, preenchido pelo próprio sujeito.

3.4.2 Protocolo de exame físico

a) Palpação da região dolorosa (área de músculo trapézio):

Fase I: identificação da causa imediata da dor.

i) Questão ao sujeito: apontar com o dedo indicador o local de maior dor;

i.i) Identificação da porção do trapézio acometida (superior, média ou inferior);

i.i.i) Reprodução da queixa dolorosa do paciente através da palpação profunda (digito-pressão).

Fase II: técnicas de avaliação:

i) Palpação da porção muscular envolvida, indicada no item anterior, para identificação das bandas tensas, através do pinçamento e rolamento (*pinch and roll*) para avaliar a sensibilidade do tecido subcutâneo (executado com o pinçamento da pele entre o polegar e o indicador do examinador e rolando-se sobre o tecido subcutâneo);

i.i) Identificação de possível *trigger point* dentro da banda tensa através da palpação e uso do algômetro de pressão no ponto mais doloroso;

i.i.i) Manter pressão através da haste do algômetro por 10 a 20 segundos para avaliar a ocorrência de dor ou outro sintoma referido à distância, o que classifica o ponto como ATIVO.

3.4.3 Protocolo para a coleta dos termogramas

A criação do protocolo que se segue foi baseada em referências bibliográficas e coletas do estudo piloto do presente trabalho (FUJIWARA; INUKAI; TAKEMURA, 2000; BRIOSCHI; MACEDO; MACEDO, 2003; ZOTTER; KERBL *et al*, 2003).

- Orientação pré-coleta

- a) Não ingerir no dia da coleta bebida com cafeína ou fumar, pois tanto a cafeína como a nicotina podem interferir no sistema vascular periférico com conseqüente alteração nos padrões térmicos a serem identificados.

- b) Banho muito quente, aplicação de recursos terapêuticos como termoterapia e eletroterapia e massoterapia bem como a aplicação de cremes ou loções nos locais de exame também foram contra-indicados. Exercícios vigorosos previamente ao exame também foram proibidos.

- c) Não passar cremes, perfume ou outra substância que possa estimular a circulação periférica e aumentar a temperatura local .

- d) Não usar medicamentos vasoativos como, por exemplo, descongestionantes nasais.

- Sala de exame

O ambiente foi monitorado para conservar a temperatura entre 22 e 23 °C e umidade entre 50 e 50%. A velocidade do ar não foi medida, porém, não havia fatores estimulantes de correntes de ar, como janelas abertas ou ventiladores.

O ar condicionado era adequado em capacidade para as dimensões da sala.

As janelas no ambiente foram vedadas com cortinas em material não-reflexivo.

Havia apenas lâmpadas fluorescentes, frias, no ambiente de termalização e coleta.

Utilizou-se termômetro digital, visível e à pequena distância do local onde estava o sujeito para monitorar a temperatura ambiente.

- Termalização do sujeito

Esta etapa da preparação do exame foi bastante valorizada.

O sujeito foi orientado previamente sobre a importância da termalização na coleta dos termogramas.

A área a ser examinada foi despida de roupas sendo oferecido pequenos lençóis para preservar a intimidade dos sujeitos, e, em especial, mulheres, sem, entretanto colocar esta proteção em contato com local a ser termografado para não aquecer a pele local.

Os sujeitos permaneceram no ambiente termalizado por vinte minutos, sem nenhum contato no local do exame (mãos, cadeira, parede, etc), podendo estar sentado ou em ortostatismo. Enquanto a maioria dos autores indica termalização pelo período de quinze minutos, optou-se por um tempo maior de termalização devido à área de interesse (músculo trapézio) apresentar usualmente maior temperatura cutânea do que áreas vizinhas, por tratar-se de músculo com função postural antigravitacional e, assim, metabolismo mais intenso (HONORIO, 2004).

Owens e colaboradores (2002, 2004) relatou sua experiência com coleta das termografias após período de termalização; encontrou que a temperatura da pele na região do eixo paravertebral cervical e lombossacra vai reduzindo progressivamente a temperatura até por trinta e um minutos, quando então tende a estabilizar por dezesseis minutos.

No estudo piloto deste presente trabalho, com seis sujeitos, concluiu-se que quinze minutos era pouco tempo para dois terços dos sujeitos reduzirem a temperatura em locais aquecidos pela vestimenta.

Para preservar a privacidade do sujeito, a sala de termalização utilizada contava com boxes com área de cinco metros quadrados, ar condicionado apropriado e fechamento parcial frontal do *box* com porta plástica sanfonada. Neste espaço havia um banco sem encosto e uma maca com 75 cm de altura, que poderá ser usada para apoiar material de leitura e, assim, minimizar o desconforto da espera, sem provocar ou intensificar contraturas no músculo trapézio por sobrecarga postural estática.

- Coleta dos termogramas

Após o período de 20 minutos, cada sujeito foi encaminhado à sala de exame, em anexo à área de termalização, onde o equipamento já estava posicionado na distância padronizada de 2 metros de distância do sujeito, sentado em um banco e de costas para o equipamento.

No estudo dos primeiros seis sujeitos, foram realizadas, no total, três coletas: duas da região dorsal, sendo uma imagem contemplando trapézio superior e uma imagem de cada

músculo deltóide, região escolhida como de referência para algometria de pressão e uma imagem de cada região tibial (crista da tíbia), também local de referência para algometria. Após estudo destas imagens, optou-se pela mudança no protocolo, abandonando-se a imagem de crista das tíbias por haver áreas hipertérmicas ($\Delta T=2^{\circ}\text{C}$ ou mais) em todos os sujeitos pela deambulação e ortostatismo (vide Figura 13, abaixo).

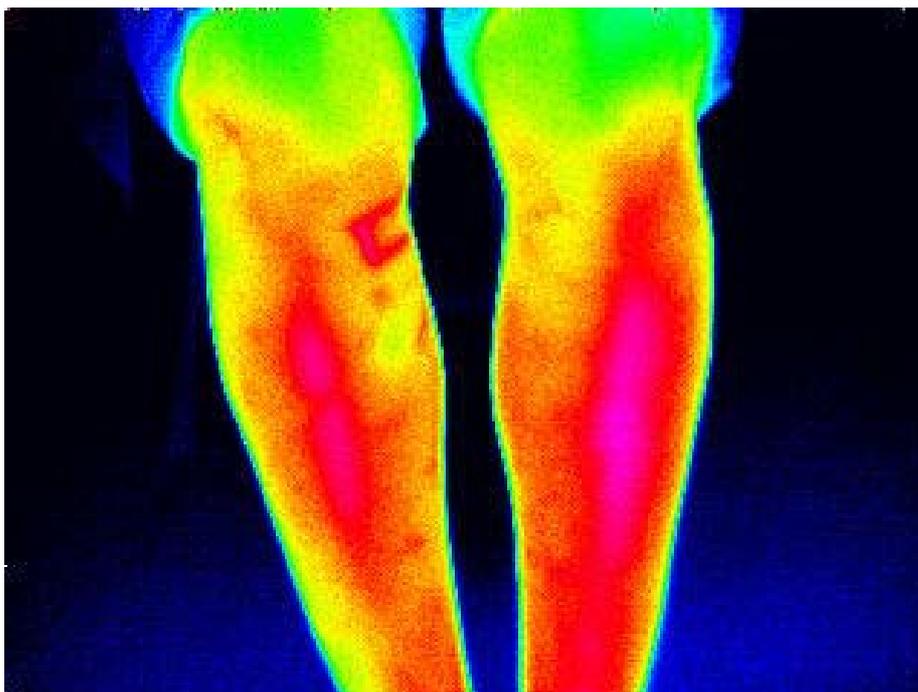


Figura 13 - Termografia de região tibial bilateral (área de referência óssea).

3.5 REPRODUTIBILIDADE DOS TESTES

Repetiu-se por duas vezes a coleta de região dorsal, após quinze e trinta minutos da primeira coleta, no mesmo dia, para avaliar a reprodutibilidade da imagem principal (dorsal). A repetição da coleta em outro dia bem como a repetição da algometria nos pontos dolorosos não foi considerada necessária para atingir os objetivos do estudo.

A algometria de pressão foi realizada sempre após a última coleta de termografia e imediatamente após esta e em três repetições seqüenciais, conforme recomendada por Fischer (1990).

Como as imagens não apresentaram variações significativas em relação à primeira coleta, além de provocar desconforto térmico pelo longo tempo de exposição à sala de termalização, esta repetição foi abandonada.

A algometria de pressão repetida em três coletas consecutivas não evidenciou diferenças médias valorizáveis (variação menor do que 1kgf/cm^2).

Em três dos seis sujeitos citados, houve resfriamento excessivo da área de interesse (vide Figura 14).

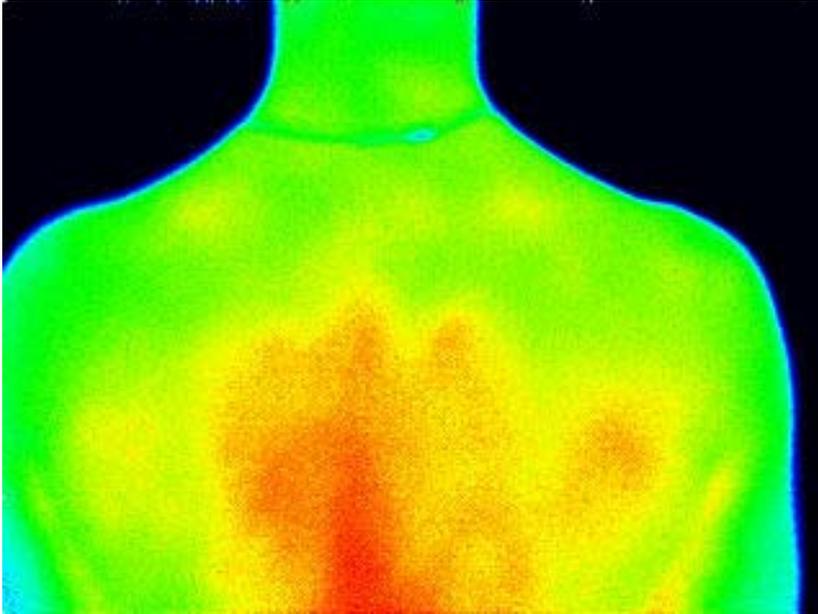


Figura 14 - Termografia da região dorsal após excesso de termalização (cinquenta minutos).

3.6 PROCESSAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS

O estudo das termografias foi realizado com auxílio do *software* fornecido pelo fabricante do equipamento, denominado *Velocity*, de forma qualitativa em escala de cores e quantitativa, em graus Celsius para pontos de interesse especial identificados por marcadores circulares com dimensão de três *pixels*.

Valorizou-se a presença de *hot spots*, que são áreas discóides com cerca de 1 cm^2 de área e com hipertermia (ΔT de $0,50$ a $1,00\text{ }^\circ\text{C}$), conforme já citado previamente no Capítulo 2 deste estudo.

Alguns pontos extras foram assinalados para posterior análise e discussão quando, apesar de não apresentar a forma discóide característica dos *trigger points*, tinha ΔT maior ou igual a $1,00\text{ }^\circ\text{C}$.

3.6.1 Análise Estatística

As variáveis quantitativas deste estudo foram os *trigger points*, identificados pela algometria e termografia. Informações adicionais relativas a estes eventos como, o valor em kgf/cm^2 da algometria e ΔT dos *trigger points* na termografia foram valorizados de maneira qualitativa.

As áreas de dor assinaladas pelos sujeitos nos diagramas da entrevista clínica foram observadas como tendências de comportamento das queixas de dor.

Levou-se em consideração os seguintes eventos:

- Número de *trigger points* específicos identificados pelo algômetro em cada sujeito e no total da amostra;
- Número de *trigger points* específicos identificados pela termografia em cada sujeito e no total da amostra;
- Limiar de tolerância à pressão dolorosa de cada sujeito e algometria dos *trigger points*, como sistemática de valorização das medidas de algometria.
- Assimetria térmica entre os picos hipertérmicos e a zona de referência (ΔT) de $1,00^\circ\text{C}$ ou maior. Pontos com ΔT entre $0,55$ e $1,00^\circ\text{C}$ não foram considerados neste estudo apesar da recomendação de alguns autores devido ao comportamento térmico cutâneo do músculo trapézio no estudo piloto, sugerindo sobrecarga biomecânica em caráter crônico e, logo, presença de contratura muscular e provável pontos hipertérmicos; outros autores valorizaram assimetrias menores do que $1,0^\circ\text{C}$ como anormalidade (UEMATSU, 1998).

Para fins comparativos entre os eventos observados entre as duas metodologias de estudo (termografia e algometria) e, assim, determinar a sensibilidade da termografia no diagnóstico da Síndrome Miofascial, utilizou-se cálculos de estatística descritiva.

3.7 EXAMES RADIOLÓGICOS E LABORATORIAIS

Não foram solicitados exames laboratoriais como parte do protocolo desta pesquisa. Entretanto, por questão ética, quando houve suspeita clínica de alguma outra patologia durante as coletas além da Síndrome Miofascial, os sujeitos foram orientados a agendarem consulta médica específica para investigação e tratamento adequados.

3.8 CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO

Os sujeitos assinaram formulário de ciência e consentimento livre para participação do estudo (ANEXO 6).

CAPÍTULO 4 – APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo vem a apresentar os dados do presente estudo e, conseqüentemente, discutí-los com base em estudo descritivo, efetuando comparações dos resultados encontrados com a literatura relacionada e efetuar possíveis indicações de aplicabilidade dos resultados encontrados.

Desta maneira, serão apresentados dados referentes ao diagrama de dor, que orientou o exame físico, incluindo a algometria; a seguir, serão comentados os dados oriundos da algometria e, por último, as termografias coletadas.

Foram identificados um total de duzentos e cinquenta *trigger points*; destes, cento e noventa e oito (79,20%) através da algometria e termografia simultaneamente; quarenta e um pontos (16,40%) foram identificados apenas pela termografia e onze pontos (4,40%) apenas pela algometria.

Segue-se a descrição e comparação de eventos verificados nas diferentes medições: dados oriundos do diagrama de dor preenchido pelos sujeitos; comparação dos eventos das termografias com os dados da algometria de pressão; tempo de dor em comparação com algometria de pressão e termogramas; avaliação da sensibilidade e a especificidade da termografia computadorizada para identificar *trigger points* ativos e latentes e, assim, demonstrar os dados citados acima.

4.1 DESCRIÇÃO DO DIAGRAMA DE DOR

O diagrama de dor, preenchido por cada sujeito da amostra deste estudo serviu de guia ao exame físico e, por este motivo, foi descrito em primeiro lugar.

Os sujeitos foram orientados a assinalarem com um X azul seus pontos de maior dor ou desconforto na região dorsal e o mesmo diagrama foi posteriormente utilizado pelo examinador no momento da algometria, confirmando ou não a existência de *trigger point* no local indicado pelo sujeito.

O local de aplicação da algometria pelo examinador foi assinalado no mesmo diagrama de dor com caneta de outra cor, para diferenciar no momento da análise dos dados.

Somente foram avaliados por algometria os pontos assinalados no diagrama de dor.

4.2 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS COM ALGÔMETRO DE PRESSÃO

A medição obtida com aplicação do algômetro de pressão em pontos indicados pelos sujeitos e denominada **algometria de pressão** foi registrada, no momento da coleta de dados, como **positiva** ou **negativa** para *trigger point*, baseada em dados de referência de normalidade e considerando limiar normal ou anormal de tolerância à pressão dolorosa, conforme previamente descrito no Capítulo 2, página 33. Não valorizou-se medidas absolutas em kgf/cm^2 de cada *trigger point* avaliado devido a não haver previsão de utilização destes dados com fins comparativos. Tal comparação é de grande utilidade na avaliação objetiva de estudos para medir a eficácia de tratamento aplicado aos *trigger points*, quando se considera que houve melhora da dor ou não através da algometria pré e pós tratamento.

No caso da presente pesquisa, a comparação entre valores absolutos entre variáveis de natureza diversa como pressão aplicada (algometria) e temperatura medida (termografia computadorizada) não parece se aplicar.

4.2.1 Limiar normal de tolerância à pressão por algometria

A algometria foi considerada **positiva** para *trigger point* quando o limiar de tolerância à pressão dolorosa era menor de quatro kgf/cm^2 ou quando era menor do que um ponto simétrico no hemicorpo contra-lateral, não doloroso, em indivíduos com tolerância à pressão dolorosa considerada normal (FISCHER, 1994; FISCHER; IMAMURA, 2005).

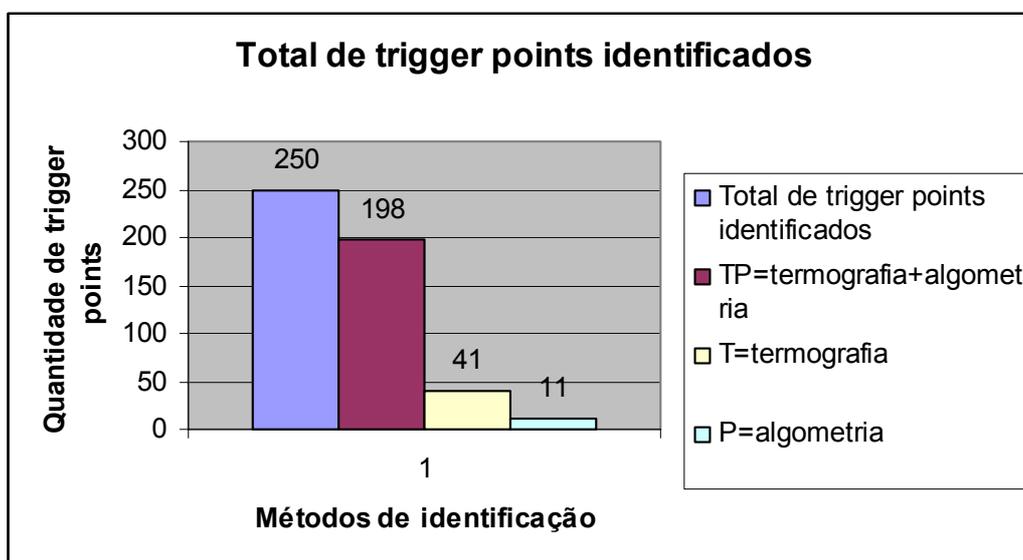
4.3 IDENTIFICAÇÃO DOS *TRIGGER POINTS*: COMPARAÇÃO COM ALGOMETRIA E DIAGRAMA DE DOR

Os sujeitos selecionados abaixo para apresentação de resultados foram representativos da amostra pelas seguintes características: um por apresentar limiar reduzido de tolerância à pressão, não sendo possível, então, valorizar os dados de algometria; dois sujeitos por apresentar concordância da termografia com a algometria

na identificação de todos os seus *trigger points*; outro sujeito por apresentar um ou mais *trigger points* identificados apenas pela termografia; e um quarto sujeito por apresentar um ou mais *trigger points* identificados apenas pela algometria.

A identificação de *trigger points* na totalidade da amostra pode ser observada no Gráfico 3 e na Tabela 4, a seguir, no texto.

Valorizou-se o ΔT igual ou maior do que 1,00 °C em relação à área circunvizinha (área de referência), apesar de alguns autores considerarem o ΔT de 0,50 °C como indicativo de anormalidade (UEMATSU, 1998). Tal resolução baseou-se na observação das imagens termográficas; onde o ΔT era menor do que 1,00 °C, não era tão claro o formato discóide característico de *hot spot* e, assim, uma dúvida quanto a esta confirmação, que poderá ser esclarecida em trabalhos futuros.



Número total de <i>trigger points</i>	Identificado por TP	Identificado por T	Identificado por P
250 (100%)	198 (79,20%)	41 (16,40%)	11 (4,40%)

Gráfico 3 - Total de *trigger points* identificados na amostra.

Nota: *n* total de *trigger points* identificados igual a 250 (100%); 198 (79,20%) identificados pela termografia e algometria simultaneamente; 41 (16,40%) identificados apenas pela termografia computadorizada; 11 (4,40%) identificados apenas pela algometria de pressão.

Tabela 4 - Dados comparando a capacidade da algometria de pressão e termografia computadorizada em diagnosticar os *trigger points* miofasciais na amostra do presente estudo.

Sujeito	TP1D	TP1E	TP2D	TP2E	TP3D	TP3E	TP4D	TP4E	TP5D	TP5E	TP6D	TP6E
1	TP	P	TP	T	TP	T	T	T	T	P		
2	P	P	TP	T	T							
3	TP											
4	TP	P	TP	TP	TP	TP	TP	TP	T			
5	TP											
7			T	T	T	T	T		T			
8	T	T	TP	T	TP	TP	TP	TP				
9			T	T	T	T	T					
10	TP											
11	TP	TP	TP	TP	TP	T	T	T		P	P	
12	TP			TP	TP							
13			TP									
14	TP											
15	TP	TP	TP	TP								TP
16					TP	TP	TP	TP	TP			
17	TP		TP	T	TP	T	T	TP	P			
18	TP											
19	TP		TP	T	TP	T	T	TP	T	TP		
20			TP	TP	TP	TP	TP			TP	TP	
21	TP	T	T									
22	TP	TP	TP	TP	TP	T	T	T		TP	T	
23			TP		TP	P	P	TP	T	T		
27	TP											
28	TP											
29	TP											
30	TP	TP	TP	TP	P	TP	TP		TP			
31	TP			TP	TP							
32	TP											
33	TP			TP								
34			TP	TP	TP							

*Notas: na primeira coluna estão os números relativos à denominação dos sujeitos; nota-se que apesar do “n” ser 30, há denominação até 34, significando que, mesmo havendo sujeitos excluídos da amostra, os restantes não mudaram de número. Na primeira linha encontra-se a referência dos *trigger points*, de um a seis, direita e esquerda (TP1 a TP6, D ou E, sendo, TP = *Trigger Point*), e os números de 1 a 6, a classificação de localização no músculo trapézio, de acordo com a referência de Travell, Simons & Simons, 200. As letras D ou E, significam Direita ou Esquerda; as letras P, T e TP, significam (P) para identificação apenas pela algometria de pressão, (T) se identificados apenas pela termografia e (TP) se identificados pela algometria e termografia.

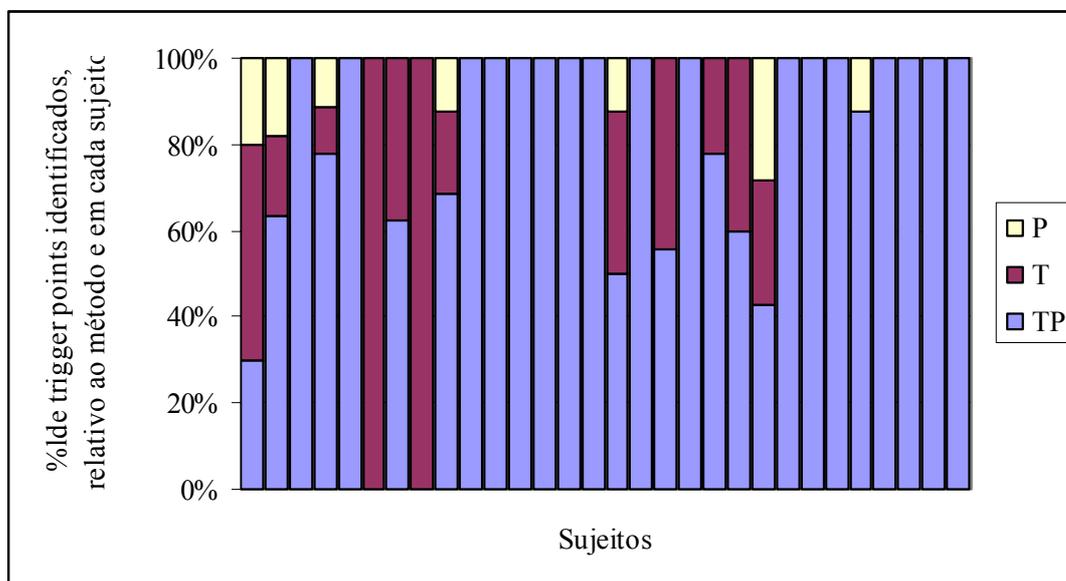


Gráfico 4 - Percentual de *trigger points* identificados na amostra, diferenciados por sujeito e por método de identificação, onde TP significa Termografia+Algometria, T significa Termografia e P, algometria.

Nota: os sujeitos (eixo X) compõe a amostra com $n=30$ e estão dispostos em colunas, em seqüência crescente de denominação (de 1 a 34, conforme previamente descrito na Tabela 4).

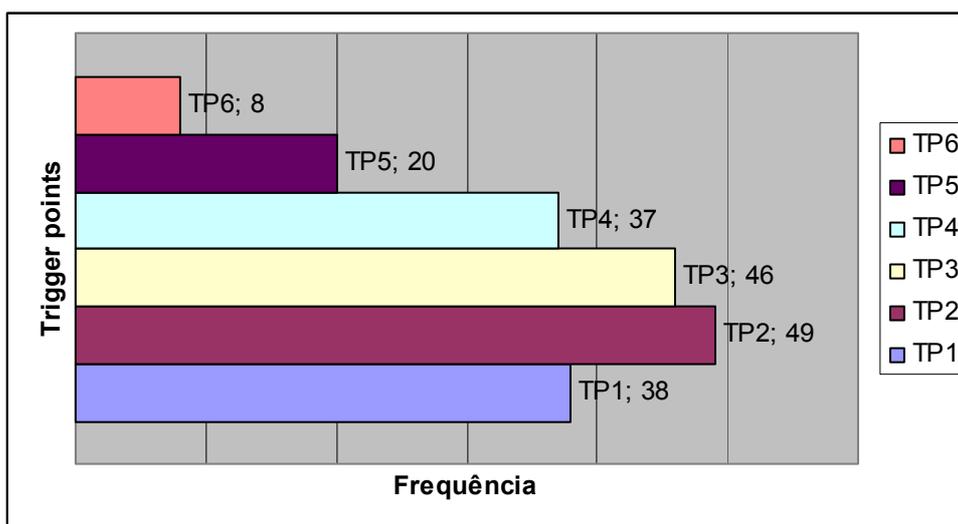


Gráfico 5 - Total de *trigger points* (diferenciados de 1 a 6 pela sua localização no músculo trapézio) (Travell, Simons & Simons, 2006), identificados simultaneamente pela algometria e termografia.

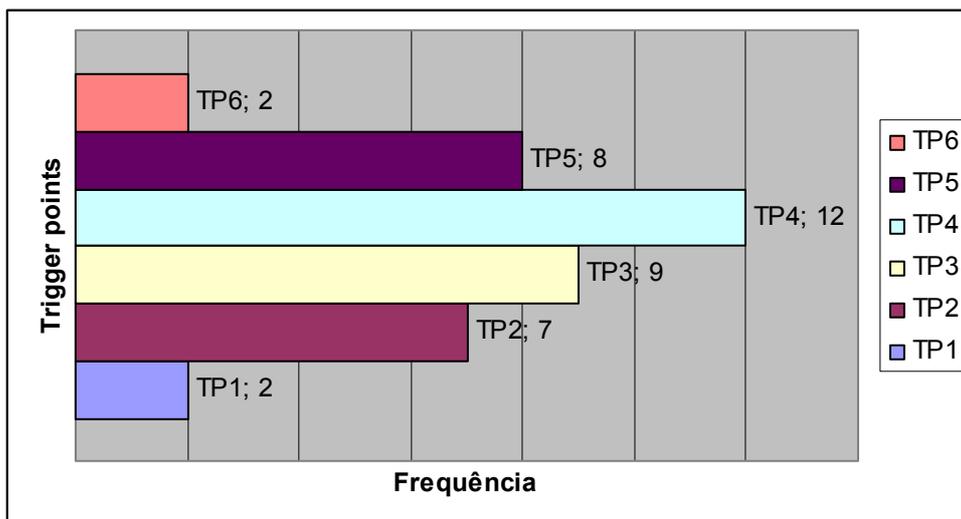


Gráfico 6 - Total de *trigger points* (diferenciados de 1 a 6 pela sua localização no músculo trapézio) (Travell, Simons & Simons, 2006), identificados apenas pela termografia computadorizada.

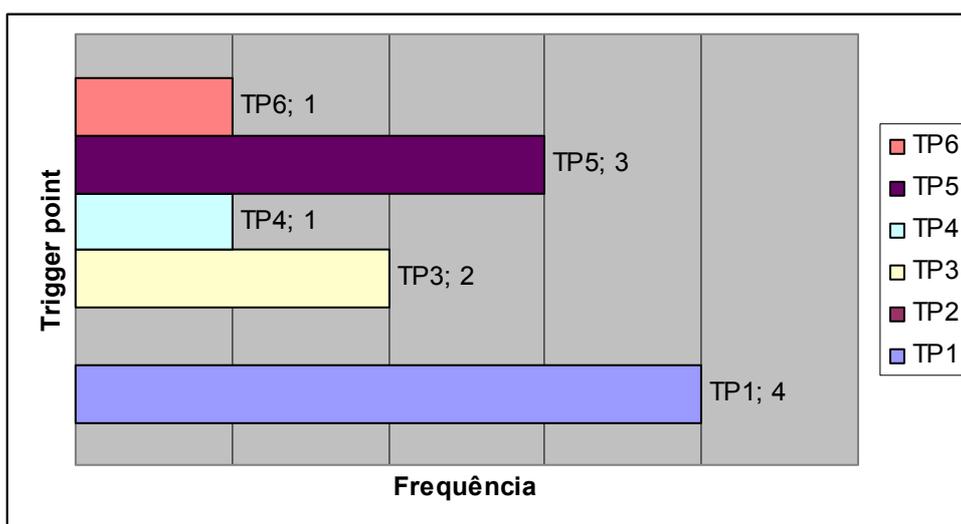


Gráfico 7 - Total de *trigger points* (diferenciados de 1 a 6 pela sua localização no músculo trapézio) (Travell, Simons & Simons, 2006), identificados apenas pela algometria de pressão.

4.3.1 Sujeitos com *trigger points* identificados pela termografia e algometria

Neste padrão de representação dos *trigger points*, encontram-se os sujeitos denominados “três”, “cinco”, “dez”, “doze”, “treze”, “quatorze”, “quinze”, “dezoito”, “vinte”, “vinte e sete”, “vinte e oito”, “vinte e nove”, “trinta e um”, “trinta e três” e “trinta e quatro”, totalizando quinze sujeitos ou 50% da amostra. Um sujeito foi

selecionado (sujeito “treze”) para demonstração de eventos das termografias, algometria e diagrama de dor.

O sujeito “treze” apresentava queixa de dor em região cérvico-dorsal bilateral, ilustrada no diagrama de dor abaixo (Figura 15), com dois anos de evolução e intensidade sete, na escala *VAS*. A dor apresentava referência da região de trapézio superior para coluna cervical alta. Dificuldade de movimentos de rotação lateral cervical, bilateralmente, por dor e contratura de músculo de trapézio superior.

Na avaliação de tolerância à pressão dolorosa muscular e óssea, apresentava valores normais.

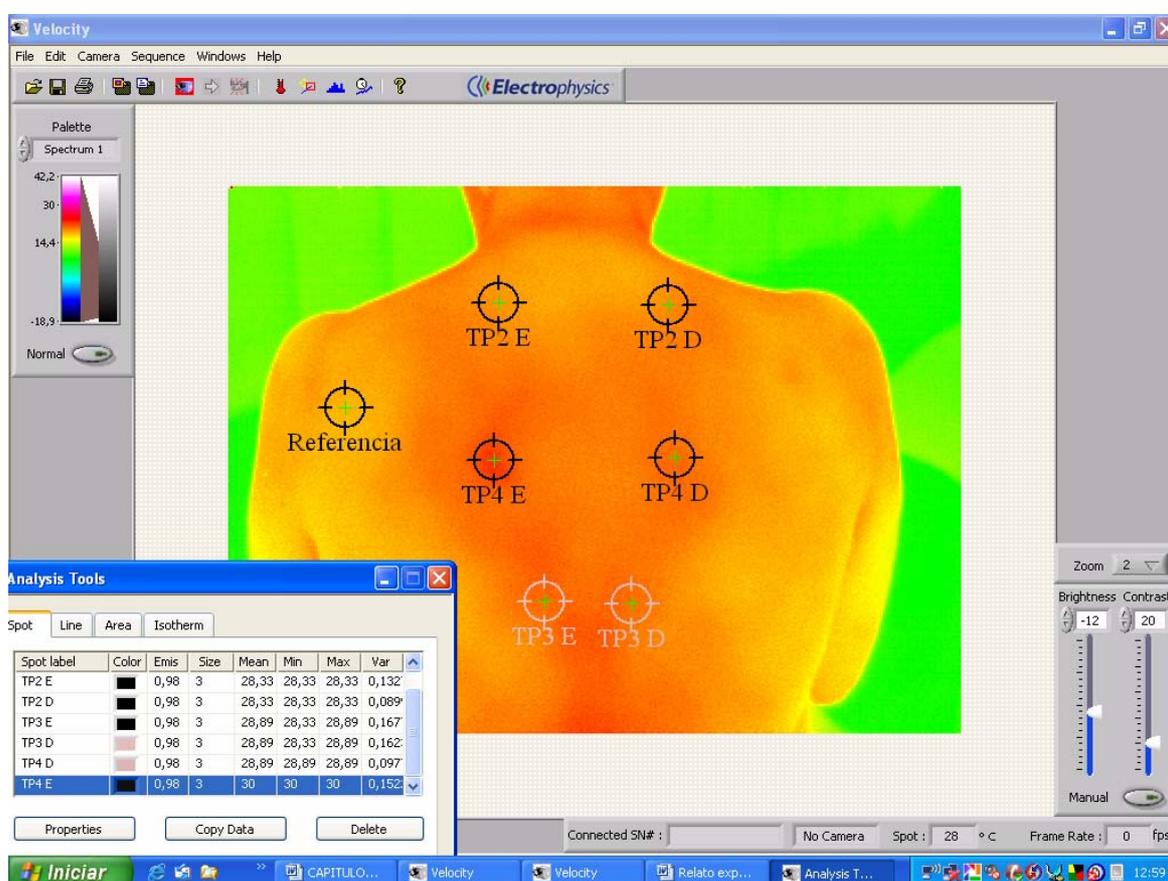
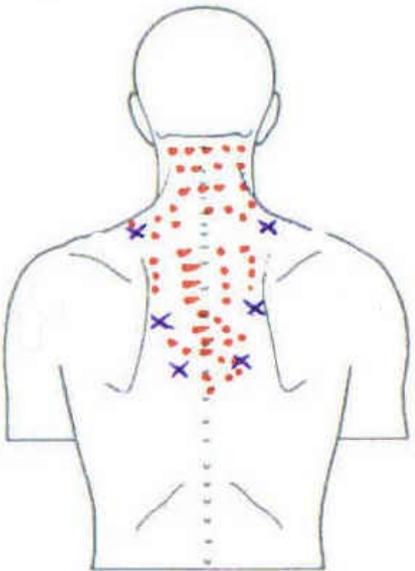


Figura 15 - Termografia da região dorsal, com foco em músculo trapézio, no sujeito “treze”. O marcador circular descrito como *Referência* corresponde à região do músculo supra-espinhoso esquerdo e os marcadores descritos como TP2, TP3 e TP4 correspondem aos *trigger points* 2, 3 e 4, segundo Travell, Simons & Simons, 2006.



Figura 16 - Imagem sem marcadores do sujeito “treze”, para avaliação qualitativa da imagem; observa-se o *hot spot* mais evidente à esquerda, correspondente ao TP4 e com maior ΔT em relação ao ponto de referência.

	<u>Trigger point</u>	<u>Algometria</u> <u>(kgf/cm2)</u>	<u>ΔT (área de</u> <u>referencia)°C</u>
	TP2 D	3,00	1,11
	TP2 E	3,00	1,11
	TP3 D	3,00	1,67
	TP3 E	3,00	1,67
	TP4 D	3,00	1,67
	TP4 E	3,00	2,78

Quadro 8 - Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos *trigger points* pela termografia (sujeito “treze”). Os pontos assinalados pelo sujeito estão em pontilhado vermelho e *x* azul, onde foi feita a algometria.

4.3.2 Sujeitos com a maioria dos *trigger points* identificados pela termografia e algometria e *trigger point(s)* identificado(s) apenas pela termografia.

Cinco sujeitos (“oito”, “dezenove”, “vinte e um”, “vinte e dois” e “trinta e dois”). O sujeito “trinta e dois” apresentava queixa de dor em região cérvico-dorsal bilateralmente, ilustrada nas Figuras 17, 18 e 19, bem como no diagrama de dor (Quadro 9), abaixo, no texto, com dez anos de evolução e intensidade cinco no momento da coleta de dados (*VAS*). A dor apresentava referência para região cervical bilateralmente, com déficit de amplitude aos movimentos de rotação lateral cervical. Os pontos de trapézio superior bilateralmente (TP1) referiram dor cervical após dez segundos de algometria de pressão.

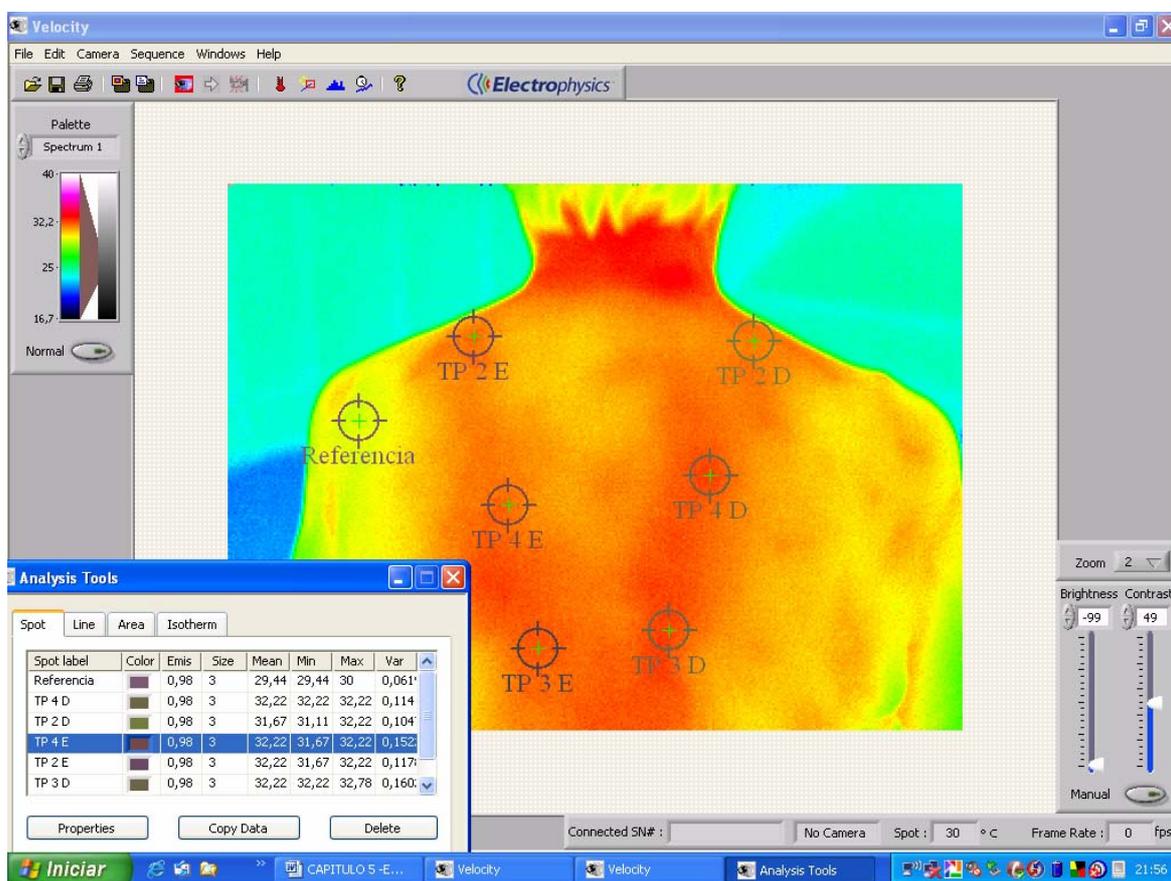


Figura 17 - Imagem da região dorsal, com marcadores circulares identificando os *trigger points* TP2, TP3 e TP4 (sujeito “trinta e dois”). Notas: as letras D e E correspondem ao lado direito e esquerdo, respectivamente. Há um marcador no ponto de referência (Referência), em músculo deltóide esquerdo. Valores de temperatura constam na tabela da própria imagem.

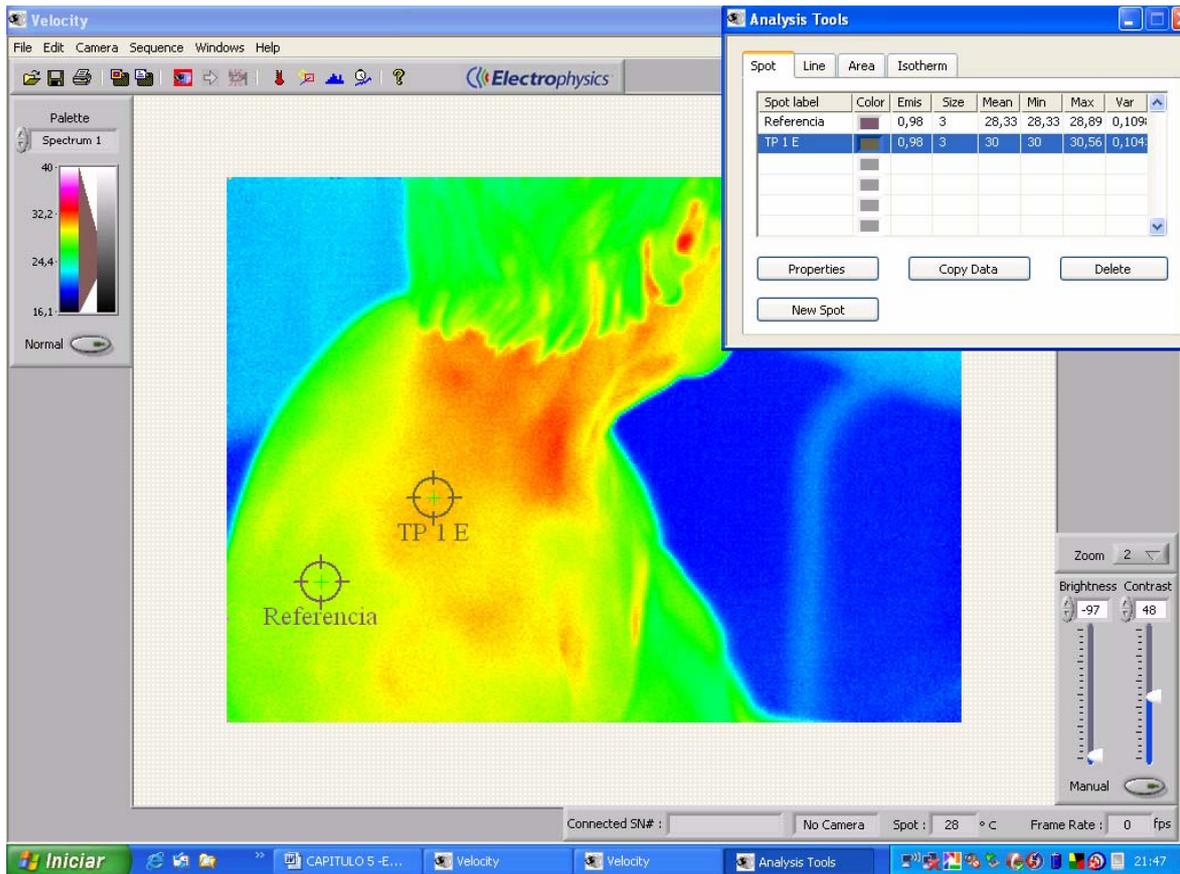


Figura 18 - Imagem lateral direita identificando o TP1 direito (aqui erroneamente descrito como TP1E) e um ponto de referência (*Referência*). Valores de temperatura constam na tabela da própria imagem.

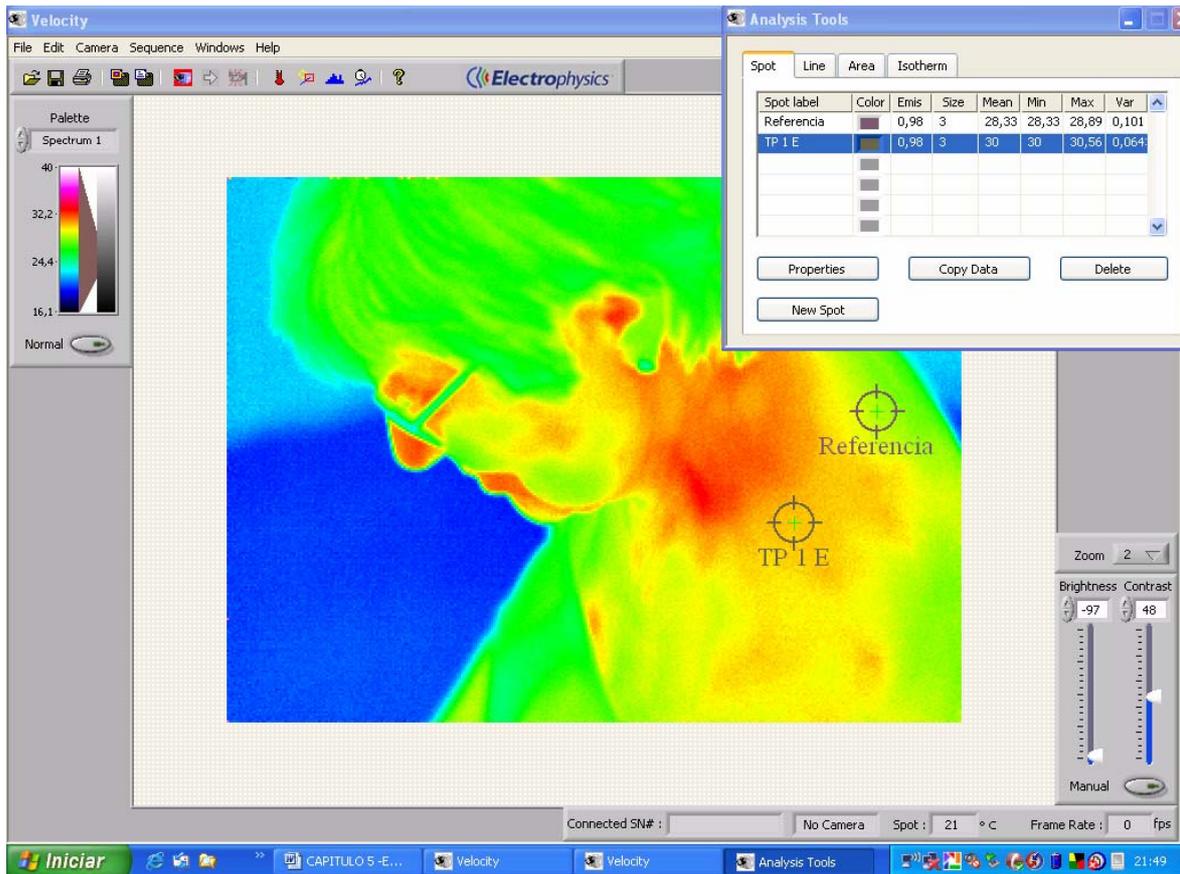
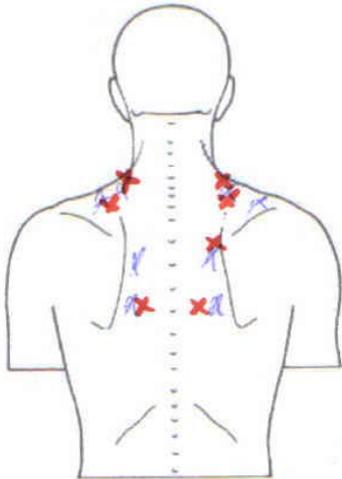


Figura 19 - Imagem lateral esquerda identificando o TP1 E (*trigger point* 1 esquerdo) e um ponto de referência. Valores de temperatura constam na tabela da própria imagem.

	<u>Trigger point</u>	<u>Algometria (kgf/cm²)</u>	<u>ΔT (área de referencia)°C</u> *28,33
	TP1 D		
	TP1 E	1,8	1,67
	TP2 D	2,0	1,67
	TP2 E	2,5	2,23*29,44
	TP3 D	2,5	2,78
	TP3 E	2,8	2,78
	TP4 D	2,8	2,78
	TP4 E	3,0	2,78

Quadro 9 - Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos *trigger points* pela algometria e termografia no sujeito “trinta e dois”. Os pontos assinalados pelo sujeito apresentam um x azul e os pontos onde a algometria identificou *trigger points* estão assinalados com um x vermelho.

No Quadro 9, observamos, nas colunas à direita, os valores de ΔT da termografia e dados da algometria mostrando que apenas um dos pontos (TP4 esquerdo) não foi identificado pela algometria como *trigger point* (algometria maior do que 4 kgf/cm²), apesar de assinalado pelo sujeito. Sete de oito pontos (TP) foram assinalados pelo sujeito, identificados pela algometria e percebidos pela termografia.

Quanto menor o valor, em kgf/cm², observado à algometria, mais ativo é considerado um *trigger point* (FISCHER, 1994; 1997). Neste caso, os pontos com algometria de 1,8 e 2 kgf/cm² referiram dor aos 10 segundos de pressão sustentada, sendo classificados como *trigger points* ativos. Não foi possível, neste caso, relacionar a maior atividade dos pontos ativos com maior ou menor ΔT na termografia.

4.3.3 Sujeitos com *trigger points* identificados pela termografia e com algometria inválida (limiar de tolerância à pressão dolorosa inferior ao padrão normal)

Houve dois sujeitos (6,66% da amostra), sendo identificados na amostra como sujeitos “sete” e “nove”, com limiar de tolerância à pressão dolorosa inferior aos padrões de referência de normalidade; nestes casos, desvalorizou-se as medidas de

algometria por serem todas próximas de 1 kgf/cm^2 , inclusive os pontos de referência muscular e óssea. Entretanto, a termografia apresentava *hot spots* em concordância com área assinalada no diagrama de dor, pelo próprio sujeito, como de maior intensidade.

A Figura 20, abaixo, mostra termografia do sujeito “sete”, com queixa de dor em região cérvico-dorsal bilateral, ilustrada no diagrama de dor abaixo (Quadro 10), com quatro meses de evolução e intensidade cinco, no momento da coleta de dados (VAS). Dor não apresentava referência. Sem déficit de amplitudes cervicais ao exame físico.

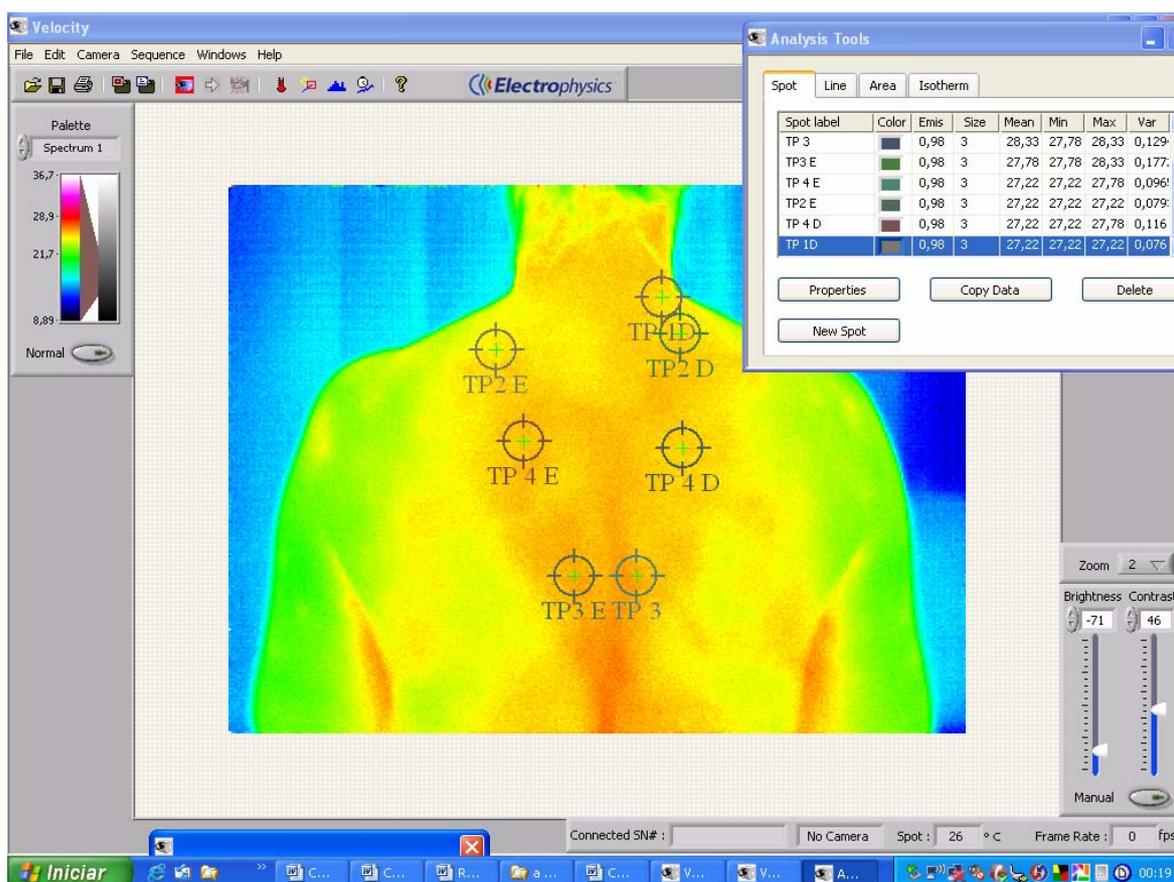


Figura 20 - Termografia da região dorsal, com foco em músculo trapézio, no sujeito “sete”.

Nota: de maneira similar às Figuras acima descritas, os marcadores foram denominados de acordo com descrição de Travell, Simons & Simons, 2006.

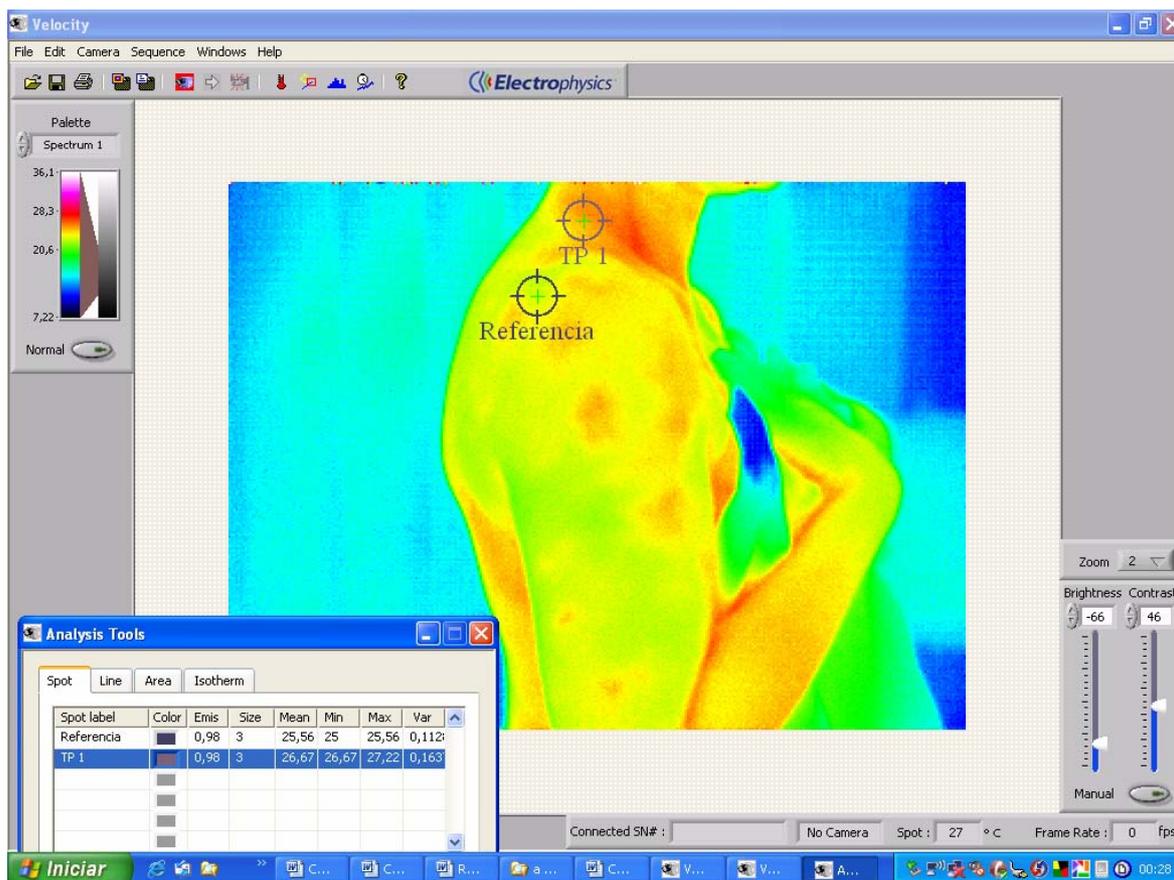
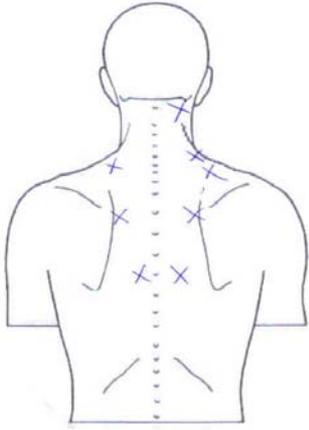


Figura 21 - Termografia em posição lateral, com foco em músculo deltóide, no sujeito “sete”. O marcador circular descrito como *Referência* corresponde à região do músculo supra-espinhoso direito e o marcador descrito como TP1 D corresponde ao *trigger point* central 1, segundo Travell, Simons & Simons (2006).

	<u>Trigger point</u>	<u>ΔT (área de referência)°C</u>
		*26,11
	TP1 D	1,11 (**25,56)
	TP2 D	2,22
	TP2 E	1,11
	TP3 D	2,22
	TP3 E	1,67
	TP4 D	1,11
	TP4 E	1,11

Quadro 10 - Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos trigger points pela termografia (sujeito “sete”). Os pontos assinalados pelo sujeito apresentam um x azul. A algometria não foi valorizada neste caso.

4.3.4 Sujeitos com *trigger points* identificados pela termografia e algometria e *trigger point(s)* não assinalados no diagrama de dor (sem algometria)

Sete sujeitos da amostra (sujeitos “um”, “dois”, “quatro”, “onze”, “dezessete” e “vinte e três”) apresentaram *trigger points* identificados tanto pela termografia como pela algometria, bem como outro(s) ponto(s) identificados apenas pela termografia; estes últimos foram avaliados apenas pela termografia em virtude de não terem sido assinalados no diagrama de dor e, logo, não examinados com algometria.

A Figura 22, na próxima página, mostra a termografia do sujeito “vinte e três”, seguida do Quadro 11, com dados da algometria e termografia.

Havia queixa de dor em região cervico-dorsal direita, ilustrada no diagrama de dor (Quadro 11), com um ano de evolução e intensidade seis no momento da coleta de dados (*VAS*). Dor não apresentava referência à distância, mas, se estendia para toda a região do trapézio direito. Dificuldade de movimentos de rotação lateral cervical à direita.

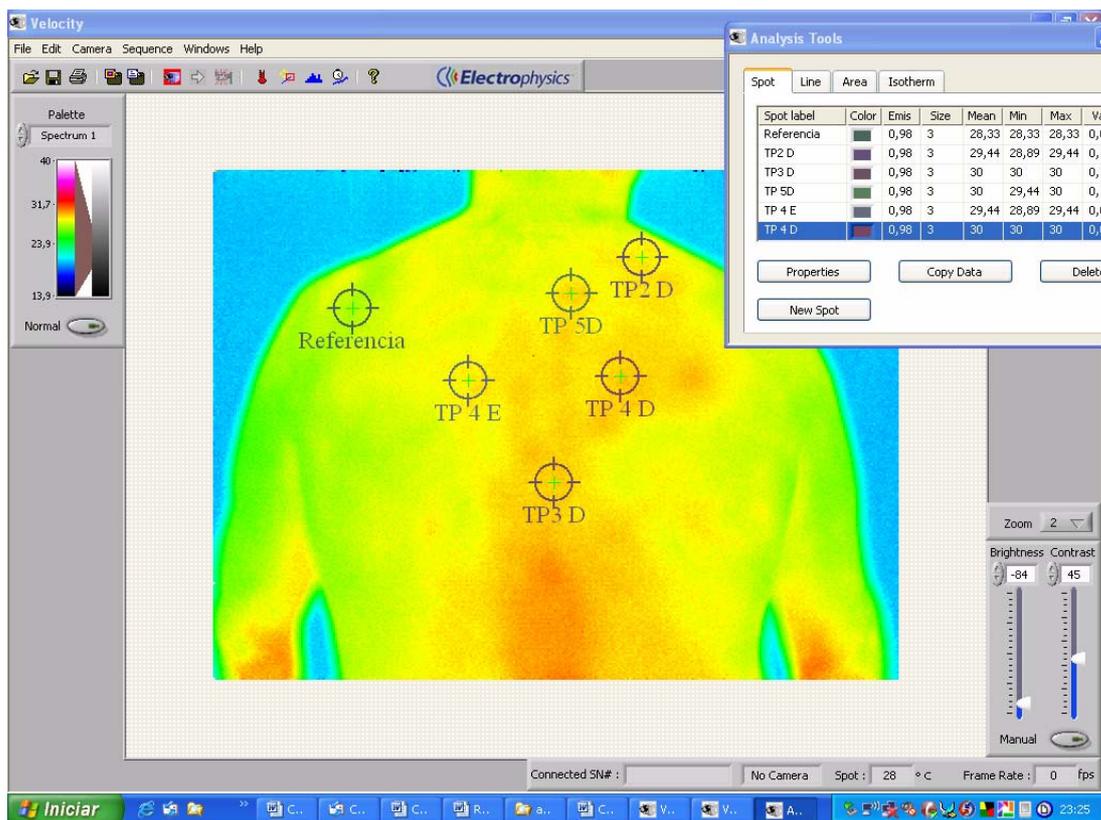
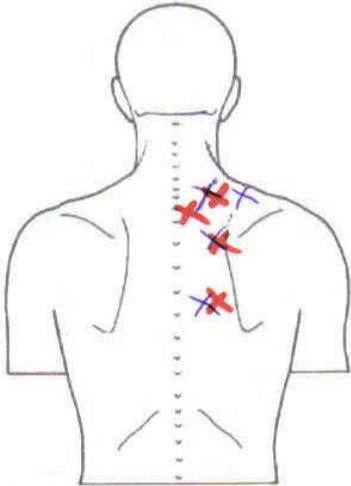


Figura 22 - Imagem da região dorsal do sujeito “vinte e três” da amostra, com marcadores circulares identificando os *trigger points* TP2, TP3, TP4 e TP5; as letra D e E correspondem ao lado direito e esquerdo, respectivamente. Há um marcador no ponto de referência. Valores de temperatura constam na tabela da própria imagem.

	<u>Trigger point</u>	<u>Algometria (kgf/cm²)</u>	<u>ΔT (área de referencia)°C</u> *28,33
	TP2 D	2,5	1,11
	TP3 D	3,0	1,67
	TP4 D	3,0	1,67
	TP4 E		1,11
	TP5 D	2,5	1,67

Quadro 11 - Relação entre o diagrama de dor e a identificação dos *trigger points* pela algometria e termografia no sujeito “vinte e três”. Os pontos assinalados pelo sujeito apresentam um x azul e os pontos onde a algometria identificou *trigger points* estão assinalados com um x em vermelho.

No Quadro 11, acima, podemos observar a relação entre as duas últimas colunas, onde aparecem os valores de ΔT da termografia com valores medidos na algometria. Um dos pontos identificados pela termografia (TP4 esquerdo) não foi referido como ponto doloroso pelo sujeito e, logo, não avaliado pela algometria. Neste caso, os pontos com algometria de 2,5 kgf/cm² referiram dor aos dez segundos de pressão sustentada enquanto os pontos com algometria de 3,0 kgf/cm² não referiram dor (pontos latentes). Não foi possível, no caso, relacionar a atividade dos *trigger points* ativos ou latentes com maior ou menor ΔT na termografia.

4.4 DISCUSSÃO

Como as termografias foram analisadas posteriormente à coleta e ao exame físico, com o objetivo de não influenciar ao examinador no momento da algometria, pode-se supor que este fato aumente o risco da não identificação de *trigger points* não assinalados pelo sujeito no diagrama de dor.

Balbinot e Vieira (2005) publicaram um estudo de caso avaliado com termografia qualitativa pré e pós tratamento de *trigger points* em trapézio direito. Não havia queixa de dor do lado esquerdo. Foi feito bloqueio anestésico e mesoterapia nas

regiões assinaladas pelo sujeito e examinadas através de palpação muscular, teste de amplitudes cervicais e algometria. Na reavaliação pós-tratamento persistia, na imagem, *hot spot* em local não tratado e, naquele momento, esta era a queixa do sujeito (vide Figuras 23, 24 e 25, abaixo).

Na Síndrome Miofascial, como em outros casos de dor, observam-se os fenômenos que envolvem sensibilização central via corno posterior da medula e centros nervosos superiores. A percepção dolorosa pode ser apenas de pontos de maior estímulo nociceptivo ou onde haja maior número de *trigger points* próximos, passando despercebidos pontos menos ativos (TRAVELL; SIMON, 2006; FISCHER, 1997; 1998; FISCHER; IMAMURA, 2005).

Este fato poderia justificar algumas situações onde *trigger points* foram identificados pela termografia e não o foram pela algometria; na realidade, a algometria não foi feita.

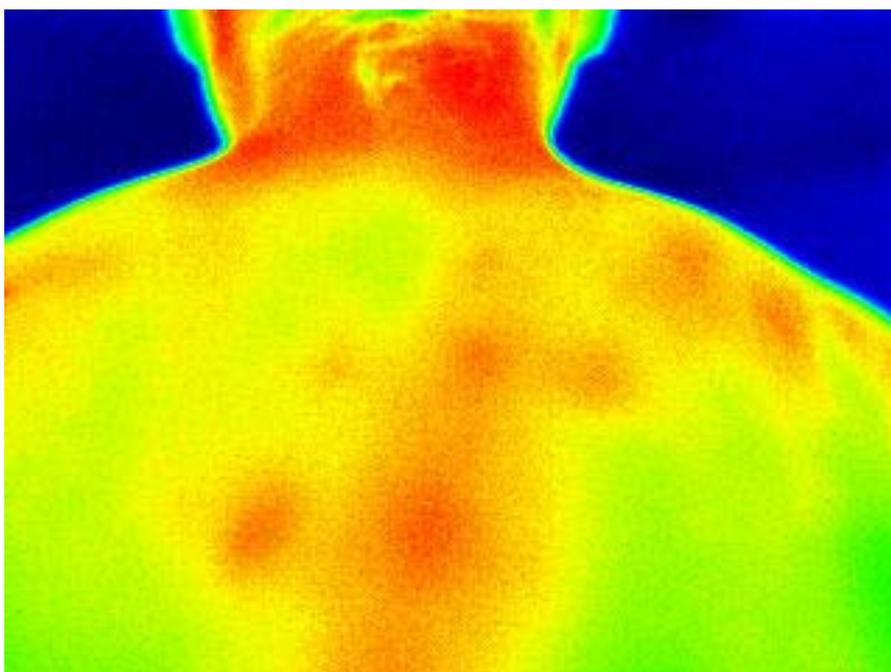


Figura 23 - Termografia de paciente com dor em região de trapézio direito e importante limitação de amplitudes cervicais deste mesmo lado.

Fonte: BALBINOT; VIEIRA, 2005.

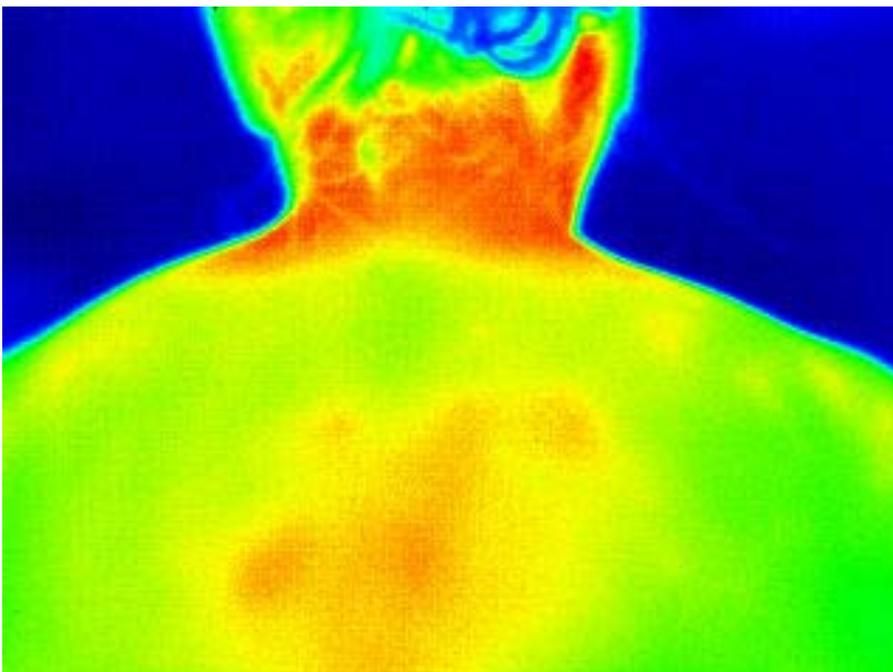


Figura 24 - Termografia da mesma paciente vinte minutos após tratamento com Bloqueio anestésico e Mesoterapia com anti-inflamatório e relaxante muscular.

Fonte: BALBINOT; VIEIRA, 2005.

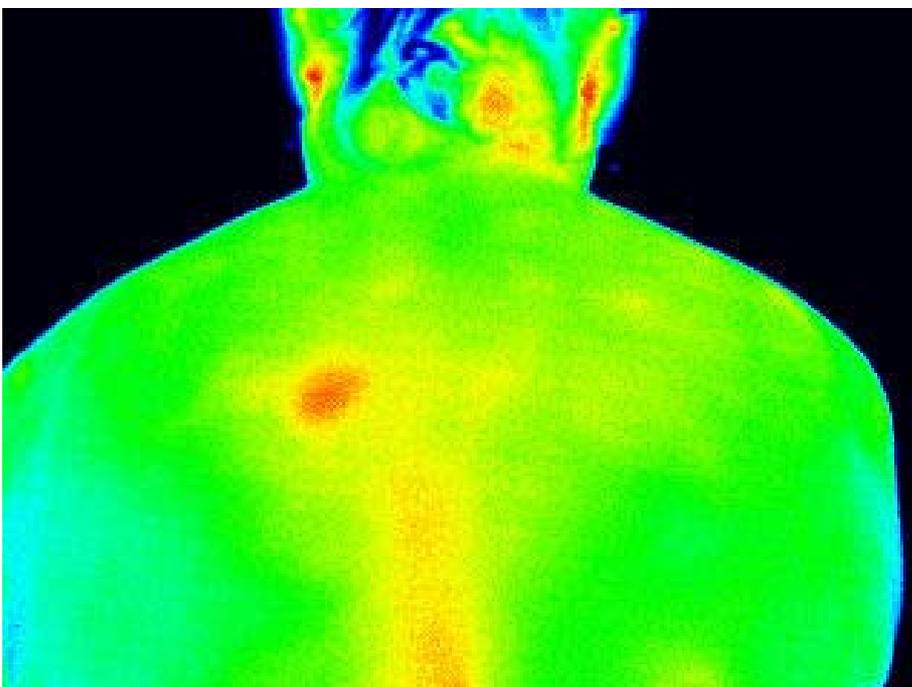


Figura 25 - Termografia da paciente acima três dias após o tratamento citado, com queixa em trapézio médio esquerdo e melhora total dos sintomas à direita. Observa-se o *hot spot* à esquerda, que já aparecia nas imagens anteriores mas não havia a queixa.

Fonte: BALBINOT; VIEIRA, 2005.

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE CONTINUIDADE

Este estudo possibilitou avaliar a termografia como ferramenta no diagnóstico de *trigger points* miofasciais em músculo trapézio, concluindo-se que a mesma é adequada para tal finalidade, com sensibilidade de 95,60%, comparada a 83,60% da algometria de pressão, quando utilizadas como métodos isolados. Considerando que a termografia computadorizada não diagnosticou *trigger points* em apenas 4,40% dos casos, a especificidade também foi de 95,60% para este diagnóstico, considerando a algometria de pressão como o método usual padrão.

Além de alta sensibilidade diagnóstica é uma metodologia atraente ao profissional que avalia e trata sujeitos com dor e ao próprio “sujeito-paciente”. Durante o período das coletas observou-se um grande interesse manifesto pelos sujeitos em visualizar suas termografias e, inclusive, interesse em iniciar tratamento para aquela “dor visível, aparente” na imagem, antes restrita às suas queixas subjetivas. Mesmo durante períodos maiores de termalização, o interesse em participar da pesquisa era maior do que o desconforto térmico.

Não se pretendeu, aqui, propor a substituição do exame clínico do profissional especialista, com o importante auxílio da algometria de pressão na quantificação de dor, mas, ao contrário, acrescentar uma ferramenta que se mostrou eficaz para esta população.

Como sugestões de continuidade, sugerem-se algumas modificações no protocolo de coleta de dados, incluindo nova algometria após análise detalhada da termografia. Desta forma, espera-se obter uma maior correspondência entre os eventos da algometria e da termografia.

A inclusão de um grupo controle, constituído por sujeitos semelhantes ao grupo experimental, deve ser considerada, o que, provavelmente, será de mais fácil realização em caso de escolha de músculos que não possuam ação antigravitacional significativa em posturas usuais, como no caso deste estudo, onde a Síndrome Miofascial era de alta prevalência na população alvo escolhida bem como no músculo escolhido para estudo. Pode-se supor, entre outras questões, que o período de termalização pré-coleta da imagem cause efeitos diferentes em um sujeito com queixas de dor músculo-esquelética, sabidamente sensíveis a mudanças climáticas (temperatura e umidade ambiente) e sujeitos não-queixosos.

A intensidade da tolerância à pressão dolorosa (valores numéricos da algometria) também poderia ser comparada a valores de temperatura da termografia computadorizada, considerando-se a correspondência entre a imagem do *trigger point* (*hot spot*) com a algometria aplicada no mesmo local. Tal comparação irá requerer análise estatística diferente da aplicada nesta pesquisa. Esta comparação não foi realizada neste estudo devido ao fato de tratar-se de grandezas diferentes, no caso, pressão e temperatura, o que gerou discussão durante banca de qualificação do projeto de pesquisa, tendo sido abandonada naquela ocasião.

Não se testou no presente estudo, a termografia computadorizada em pacientes com Índice de Massa Corporal (IMC) abaixo ou acima no índice considerado normal; tampouco, encontrou-se na literatura referências a exames termográficos comparando estes grupos entre si.

Acredita-se, também, que a distinção entre *trigger points* ativos e latentes, assim classificados à algometria, através da temperatura absoluta da área correspondente aos *hot spots* da termografia computadorizada, poderá ser feita, utilizando-se termógrafo computadorizado com *software* capaz de perceber diferenças de temperatura menores do que 0,55°C.

No campo da reabilitação e tratamento da dor, as possibilidades de aplicação são muitas e, conforme já sugerido por outros autores, o acompanhamento evolutivo dos resultados de tratamentos instituídos com o auxílio da termografia, pode vir a aperfeiçoar os programas de tratamento, geralmente longos e desgastantes tanto para as instituições como para os pacientes.

CAPÍTULO 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERNATY, M., UEMATSU, S. **Medical Thermology**. 1986. American Academy of Thermology-Georgetown University Medical Center.

ANBAR, M. Clinical Thermal Imaging Today: Shifting from phenomenological thermography to pathophysiologically based thermal imaging. 1998. **IEEE Engineering in Medicine and Biology**, 17(4), p. 25-33.

ANDRADE FILHO, A. C. C. Teletermografia: princípios físicos, fisiológicos da produção da imagem e suas indicações na clínica de dor e reabilitação. 1999. **Acta Fisiátrica**, 6(2). p. 55-59.

BALBINOT, L.F. Prevalência da Síndrome Miofascial em bancários com LER/DORT. **Tema livre. 1997. Congresso Brasileiro de Medicina do Trabalho**, Gramado-RS.

BALBINOT, L.F.,VIEIRA, L.R. **Avaliação objetiva da Síndrome Dolorosa Miofascial**: uso da Termografia antes e depois do tratamento associando Mesoterapia à Bloqueio Anestésico. 2005. **Acta Fisiátrica**, 12(3), p.115-117.

BALES, M. High-resolution infrared technology for soft-tissue injury detection: improving medical applications with modern equipment. 1998. **IEEE Engineering in medicine and biology**, 17(4) p.56-9.

BLUME, S.S. Social process and the assessment of a new technique. 1993. **Intern J Technol Assesm Health Care**, 9(3). P. 335-345.

BONICA, J. J. Biochemistry and modulation of nociception and pain. In: Bonica JJ: **The management of pain**, Philadelphia, Lea & Febiger, 1990, p.95-102.

BRIOSCHI, M. L., COLMAN, D. Estudo da dor por imagem infravermelha. 2005. **Rev. Dor**, 6(3): p. 589-599.

BRIOSCHI, M. L., MACEDO, J. F.; MACEDO, R. A. C. **Skin thermography**: new concepts. 2003. **J Vasc Bras**, 2(2): p. 151-160

BRUEHL, S., LUBENOW, T. R., NATH, H., IVANKOVICH, O. Validation of thermography in the diagnosis of RSD. 1996. **Clin J Pain**, 12(4) p. 316-325.

CHERKAS, L.F., CARTER, L., SPECTOR et al. Use of Thermographic criteria to Identify Raynaud's Phenomenon in a Population Setting, 2003. **J Rheumatol** 30(4), p. 720-723.

CHRISTIANSEN, J., GEROW, G. **Thermography: Seminars in chiropractic**, 1990.1(1).Williams & Wilkins.

CHUNG, J. W., OHRBACH R., McCALL W. D. Effect of increased sympathetic activity on electrical activity from myofascial painful areas.2004. **Am J Phys Med Rehabil**, 83(11) p. 842-850.

COHEN, J. M. **The role of computerized infrared imagind in physiatric practice**. Workshop ISPRM, 2005. São Paulo - Brazil (Custom communications).

DI AKIDES, N.A. The growing applications of medical infrared imaging. 2000. **IEEE Engineering in medicine and biology**, p. 28-29.

DI AKIDES, N. A. Advances in medical infrared imaging. 2002. **IEEE Engineering in medicine and biology**, 21(6): p. 32-33.

DI BENEDETTO, M.; HUSTON C.W.; SHARP M.W.; JONES B. Regional hypothermia in response to minor injury. 1996. **Am J Phys Med Rehabil**, 75(4). p. 270-277.

DI BENEDETTO, M. Foot evaluation by Infrared Imaging. 2002 **Military Medicine**, 67: p. 384-392

EDWARDS, J. The importance of postural habits in perpetuating myofascial trigger point pain. **Acupunct Med**, 23(2): p. 77-82 (Acesso em Junho 2005).

FACCO, E., CECCHERELLI, F. Myofascial pain mimicking radicular syndromes. 2005. **Acta Neurochir**, Suppl 92: p. 147-150.

FIKACKOVA, H., EKBERG, E. Can infrared thermography be a diagnostic tool for arthralgia of the temporomandibular joint? 2004 **Oral Surg Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, 98(6), p. 643-50.

FISCHER A.A., CHAN C.H. Temperature and pressure threshold measurements in trigger points.1986.**Thermology**, 1:p.212-215.

FISCHER, A.A. Application of pressure algometry in manual medicine. **J Manual Medicine**, 1990. (5) p. 145-150.

FISCHER, A. A. Objective measurements of muscle spasm. In: Jayson M. I. V., Swezey R. L, Knoplich J. et al (eds): **Back Painful Syndromes and Muscle Spasm. Current Concepts and Recent Advances**. New Jersey, The Parthenon Publishing Group ltd, 1990, p. 65-69.

FISCHER, A. A. Pressure algometry (dolometry) in the differential diagnosis of muscle pain. In: Rachlin E. S.: **Myofascial Pain and Fibromyalgia, Trigger Point Management**. St. Louis, Mosby, 1994, p. 121-141.

FISCHER, A. A. Clinical use of tissue compliance meter for documentation of soft tissue pathology. 1997. **Clin J Pain**, 3, p. 23-30.

FISCHER, A. A. Documentation of Myofascial triggers points. 1998. **Arch Phys Med & Rehabil**, 69, 1998, p. 286-291.

FISCHER, A. A.; DUBO, H.; CASSIUS, D. A.; IMAMURA, S. T.; IMAMURA, M.; SAADI, L. M. V.; MASSAFONTES, A.; ROMERO, P.; MALLORCA, M. **Projeto de Pesquisa: Estudo Prospectivo Controlado Randomizado Multicêntrico**: sobre a incidência e o papel da sensibilização segmentar no tratamento da dor 2002. São Paulo - Brasil (*Custom Communications*).

FISCHER A. A., IMAMURA M. **Manual do Curso de Neuromioterapia segmentar**, Workshop pós-Congresso Mundial de Medicina Física e Reabilitação (ISPRM), São Paulo, 2005, Abril. p. 15-16.

FISCHER A. A. New approaches in treatment of myofascial pain. 1997. **Phys Med Rehab Clin North Am**, 8, p. 153-169.

FISCHER A. A. New Developments in Diagnosis of Myofascial Pain and Fibromyalgia. 1997. **Phys Med Rehabil**, (8) p. 1-21.

FISCHER A. A. Pressure threshold measurement for diagnosis of myofascial pain and evaluation of treatment results. 1987 **Clin J. Pain**, 2, p. 207-214.

FORD, R. G., FORD, K. T. **Seminars in Neurology**, Thermography in the diagnosis of Headache, 1997.(7) 4.

FUJIMASA, I. Pathophysiologically expression and analysis of far infrared thermal images: a standardized thermographic image diagnosis procedure using computed image processing.1998. **IEEE Eng Med Biol**, 17(4): p. 34-42.

FUJIWARA, Y., INUKAI, Y. TAKEMURA, Y. Thermographic measurement of skin temperature recovery time of extremities in patients with type 2 diabetes mellitus, 2000. **Exp Clin Endocrinol Diabetes**, 108, p. 463-469.

GERWIN, R. D., SHANNON, S., HONG, C. Z. et al. Identification of Myofascial trigger points: inter-rater agreement and effect of training. 1995. **J Musculoskeletal Pain**, 3 (suppl): p. 55.

GERWIN, R. D. A study of 96 Subjects examined both for fibromyalgia and myofascial pain.1995. **J Musculoskeletal Pain**, 3(1), p. 121.

GERWIN, R. D., DURANLEAU, D. Ultrassound identification of the myofascial trigger point. 1997. **Muscle Nerve** 20(6), p. 768-8.

GERWIN, R. D. Classification, epidemiology and natural history of myofascial pain syndrome.2001. **Curr Pain Headache, Rep** 5(5), p. 412-20.

GERWIN, R. D. A review of myofascial and fibromyalgia-factors that promote their persistence. 2005. **Acupunct Med**, 23(3), p. 121-34.

GERWIN, R. D., SHANNON S, HONG SH et al. Interrater reliability in myofascial trigger point examination. 1997. **Pain**, 69: p. 65-73.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Editora Atlas. 2002. 4º edição. Capítulo 7.

GRAFF, RADFORD, S. B. Myofascial pain: diagnosis and management. 2004. **Curr Pain Headache Rep**, 8(6): p. 463-7.

GRASSI, W., FILIPUCI, E., CAROTTI, M., SALAFFI, F. Imaging modalities for identifying the origin of regional musculoskeletal pain. 2003. **Best Prac & Res Clin Rheumatol**, 17(1): p. 17-32.

GRATT, B. M., SICKLES, E. A. Thermographic characterization of the asymptomatic temporomandibular joint. 1993. **J Orofac Pain**, 7(1), p. 7-14.

GRATT, B. M., SICKLES, E.A., WEXLER, C.E. Thermographic characterization of the temporomandibular joint. 1993. **J Orofac Pain**, 7(4), p. 345-53.

GREVE, J. M. D.; OLIVEIRA, R. P.; TARRICO, M. A.; BARROS FILHOS, T. E. P. Síndromes Dolorosas Miofasciais: diagnóstico e tratamento. 1993. **Rev Bras Ortop**, 28 (3), p. 100-104.

HARDING, J. R. Investigating deep venous thrombosis with infrared imaging. 1988. **IEEE Eng Med Biol**, 17(4): p. 43-6.

HART, J., OWENS, E. F. Stability of paraspinal thermal patterns during acclimation. 2004 **J Manipulative Physiol Ther**, 27(2), p. 109-17.

HARWAY, R. A. Reflex sympathetic dystrophy and pain dysfunction in the lower extremity. 1997. **J Bone Joint Surg Am**, 79 (12) 1894-5.

HERRICK, A., EL-HADIDY, K. et al. Abnormal thermoregulatory Responses en patients with Reflex Sympathetic Dystrophy Syndrome. 1994. **J Rheumatol**, 21: p. 1319-24.

HERRICK, R. T., HERRICK S. K. Thermography in the detection of carpal tunnel syndrome and other compressive neuropathies. 1987. **J Hand Surg**, Sep;12(5 Pt 2): p. 943-9

HONORIO, G. J. S. **Mapeamento da temperatura corporal em diferentes situações**. 2004. Dissertação de mestrado com orientação do Prof. Aluisio Otavio Ávila. UDESC.

HOOSHMAND, H. **Chronic Pain: reflex sympathetic dystrophy**. Prevention and management. 1993. Chapter 2: The Role of Sympathetic Nervous System in Temperature Regulation. Chapter 8: Referred Pain and Trigger Point. CRC Press, Florida, USA.

HUYGEN, F. J. P. M., NIEHOF, S., KLEIN, J. ZIJLSTRA, F.J. Computer-assisted skin videothermography, 2004. **J Appl Physiol**, (91): p. 516-524.

JONES, B. F. Reappraisal of the use of infrared thermal image analysis in medicine.1998. **IEEE Eng Med Biol Mag**, 17(6): p. 1019-1027.

KAKGÜDER, A., BIRTANE M., GÜRCAN S. et al. Efficacy of low level laser therapy in myofascial pain syndrome: an algometric and thermographic evaluation. 2003. **Laser Surg Med**, 33(5), p. 339-43.

KASTBERGER, G.; STACHL, R. Infrared imaging technology and biological applications. 2003. **Beh Research Meth, Instrum & Comput**, 35(3), p. 429-439.

LIDDINGTON, M. I., SHAKESPEARE, P.G. Timing of the thermographic assessment of burns,1996. **Burns**, 22(1), p. 29-28.

LIN, T. Y., STUMP, P., KAZIYAMA, H. H., TEIXEIRA, M. J., IMAMURA, M., GREVE, J. M. D. Physical medicine and rehabilitation in chronic pain patients. 2001. **Rev Med S Paulo**, 80(ed.esp., pt.2): p. 245-255.

LIN, T. Y., STUMP, P., KAZIYAMA, H. H., TEIXEIRA, M. J., IMAMURA, M., GREVE, J. M. D. Avaliação funcional do doente com dor crônica. 2001. **Rev Med S Paulo**, 80(ed.esp.,pt.1): p. 443-473.

LIN, T. Y., KAZIYAMA, H. H. S., TEIXEIRA, M. J. In: **Dor: Contexto Interdisciplinar** Editor Dr Manoel Jacobsen Teixeira e associados. 2003. Editora Maio. Capítulo 18.

LIN, T.Y., TEIXEIRA, M. J. FISCHER, A. A. et al: Work-related musculo-skeletal disorders. In: **Myofascial Pain: update in diagnosis and treatment**. Edited by Fischer A. A. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1997: p. 113-118.

LINAKE, C. H., WALKER-BONE, K., PALMER, K., COOPER, C. Frequency and impact of regional musculoskeletal disorders. 1999. *Baillieres Best Pract. Res Clin Rheumatol*;13(2): p. 197-215.

LUNDY, EKMAN, L. In: **Neuroscience: Fundamentals for Rehabilitation**. Capítulo 6 e 8. WB Saunders Company. 1998. USA.

MABUCHI, K., CHINZEI, T., FUJIMASA, I. et al. Evaluating asymmetrical thermal distributions through image processing. 1998. **IEEE Eng Med Biol Mag**, 17(4): p. 47-55.

McCULLOCH, J., FRYMOYER, J., STEURES, P. et al. Thermography as a diagnostic aim in sciatica. 1993. **J Spinal Disord**, 6(5), p. 427-431.

MEEK, J. B., GILBERT S. K. Role of thermography in the evaluation of low back disorders. 1983. **J Neurol Orthop Surg**, 4: p. 235-240.

MENSE S. Nociception from Skeletal muscle pain in relation to clinical muscle pain. 1993. **Pain**, 54: p. 241-289.

MENSE S. Pathophysiologic basis of muscle pain syndrome. In: **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**. 1997, Vol 8 (1) p. 23-55.

MIKKELSON M. et al. Muscle and bone pressure pain threshold and pain tolerance em fibromyalgia patients and control. 1992. **Arch Phys Med & Rehabil**, 73: p. 814-818.

MUSSE, C. A. I. Síndrome Dolorosa Miofascial. In: **Medicina de Reabilitação**. LIANZA, S. (terceira edição). 2001. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil.

OHRBACH R., GALE E.N. Pressure pain thresholds, clinical assessment and differential diagnosis: reliability and validity in patients with myogenic pain. 1989. **Pain**, 39, p. 157-170.

OHSAWA, S., INAMORI, Y. et al. Lower limb amputation for diabetic foot. 2001. **Arch Orthop Trauma Surg**, p.121:186-90.

OWENS, E. F., HART, J. F., DONOFRIO, J. J. et al. 2004. **J Manipulative Physiol Ther**, 27(3), p. 155-9.

PEARCE, J. M. Myofascial pain, fibromyalgia or fibrositis? 2004. **Eur Neurol**; 52(2): p. 67-72.

RADHAKRISHNA, M., BURNHAM, R. Infrared skin temperature measurement cannot be used to detect Myofascial tender spots. 2001. **Arch Phys Med Rehabil**, 82(7) p. 902-5.

RHO, R. H., BREWER, R. P., LAMER T. J., WILSON, P. R. Complex Regional Pain Syndrome. 2002. **Mayo Clinic Procedures**, 77(2), p. 174-80

RICARDO, D. R.; ARAÚJO, C. G. S. Índice de massa corporal: um questionamento baseado em evidências. **Arq Bras Cardiol**, 2002;79: p. 61-9.

RIBERTO, M., IMAMURA, M., KAZYAMA, H. H. S., IMAMURA, S. T. Dor miofascial em pacientes com osteoartrose do quadril, 1997. **Acta fisiátrica**; 4(2): p. 90-96.

RING, E.F.J., HOUDAS, Y. Human Body Temperature: its measurement and regulation. 1982. **Plenum Press**, New York.USA.

RING, E. F. J. Progress in the measurement of human body temperature.1998 **IEEE Eng Med Biol Mag**, 17(4): p. 19-24.

RUSCH, D.; FOLLMANN, M.; BOSS, B; NEECK, G. Dynamic Thermography of the knee joints in rheumatoid arthritis in the course of the first therapy of the patient whit methylprednisolone. 2000. **Z Rheumatol**, 59: Suppl 2 II/131-II/135.

RUSSEL, I. J., ORR, M. D., LITTMAN, B. et al. Elevated cerebrospinal fluid levels of substance P in patients with fibromyalgia syndrome. 1994. **Arthritis Rheum**, 37:1593-1601.

SCIOTTI, V. M., MITTAK, V. L.; DiMARCO, L. et al. Clinical precision of myofascial trigger point location in the trapezius muscle. 2001. **Pain**, 93(3), p. 259-66.

SHERMAN, R. A, KARSTETTER K.W. et al. Stability of temperature asymmetries in reflex sympathetic dystrophy over time. 1994. **Clin J Pain**, 10 (1), p.71-7.

SIMONS, D. G. **Myofascial Pain Syndrome Due to Trigger Points**. Chapter 45. Rehabilitation Medicine. Editor: Joseph Goodgold. CV. Mosby Co., St Louis, 1988. p. 686-723.

STEFANO R. D., SELVI E., VILLANOVA M. et al. Image analysis quantification of substance P immunoreactivity in the trapezius muscle of patients with fibromyalgia and myofascial pain syndrome. 2000. **J Rheumatol**, 27(12), p. 2906-10.

STICHTENOTH, D. O., FHROLICI, J. E. Oxid Nitric and inflammatory joint diseases. 1998. **Br Journal Rheumatol**, 37: p. 247-256.

TAYLOR, G.I.; Gianoutsos, M.P. ;Morris, S.F. The neurovascular territories of the skin and muscles: anatomic study and clinical implication. 1994 **Plast Reconstr Surg**, 94: p. 1-35.

TAKAHASHI, Y.; Takahashi, K.; Moriya, H. Thermal deficit in lumbar radiculopathy. Correlations with pain and neurologic signs and its value for assessing symptomatic severity.1994 Spine, 19(21) p. 2443-9.

TCHOU, S.; Costich, J. F.; Burgess, R. C.; Wexler, C. E. Thermographic observations in unilateral carpal tunnel syndrome: report of 61 cases. 1992 **J Hand Surg**, Jul; 17(4): p. 631-637.

TEIXEIRA, M. J.; Figueiró, J. A. B. In: **Dor: epidemiologia, fisiopatologia, avaliação, síndromes dolorosas e tratamento**. Capítulo 1. Moreira Jr. Editora, 2001. São Paulo-SP.

TRAVELL J.; SIMON D.; SIMON, G. **Dor e Disfunção Miofascial - Manual dos pontos-gatilho**. Artmed Editora, 2006.Porto Alegre-RS. Brasil. Volume I.

UEMATSU, S. Thermographic imaging of cutaneous sensory segment on patient with peripheral nerve injury. 1988 **J Neurosurg**, 62: p. 716-720.

VARJÚ, G.; PIEPER, F.; RENNER, J. B.; KRAUS, V. B. Assesment of hand osteoarthritis: correlation between thermographic and radiographic methods. 2004 **Rheumatology**, 43(7), p. 915-9.

VERDUGO, R. J.; Ochoa J. L. Use and misuse of conventional electrodiagnosis, quantitative sensory testing, thermography, and nerve blocks in the evaluation of painful neurophatic syndromes. 1993 **Muscle & Nerve**, 16(10), p. 1056-62.

VIEIRA, L. R.; ZARO, M. A.; CERVIERI, A.; STROHAECKER, T. O uso da Termografia como técnica auxiliar na recuperação de atletas. 2005. **Pôster: XXI Congresso Brasileiro de Biomecânica.**

UEMATSU S.; HENDLER, N.; HUNGERFORD, D. et al. Thermography and electromyography in the differential diagnosis of chronic pain syndromes and reflex sympathetic dystrophy. 1981 **Electromyography Clin Neurophysiology**; 21: p. 165-182.

WEISS, A. P. C. Thermal regulatory testing for pain dysfunction syndromes (commentary). 1994 The Lancet (344) July 23 p. 209-210.

WEXLER C. E. Lumbar, thoracic and cervical thermography. 1979. **J Neurol Orthop Surg.** 1: p. 37-41.

WOLFE, F.; SMYTHE, H. A.; YUNUS, M. B. et al. The American College of Rheumatology criteria for the classification of Fibromyalgia. 1990 **Arthritis Rheum**, 33: p. 160-172.

ZOTTER, H.; KERBL, R.; GALLISTL, S. et al. Rewarming index of the lower leg assessed by infrared thermography in adolescents with Type 1 Diabetes Mellitus. 2003 **J Pediatr Endocrinol Metab**, 16 (9), p. 1257-1262.

ZHAMG, H. Y.; KIM, Y. S.; CHO, Y. O. Thermatomal changes in cervical disc herniations. 1999 **Yonsei Medical Journal**, 40(5) p. 401-412.

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 - FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA	121
ANEXO 2 - DIAGRAMA DE DOR	122
ANEXO 3 - MATERIAL DESCRITIVO SOBRE O ALGÔMETRO	123
ANEXO 4 - TERMÓGRAFO UTILIZADO	124
ANEXO 5 - TERMO DE CONSENTIMENTO - COMITÊ DE ÉTICA – UDESC	125
ANEXO 6 - COMPLEMENTO: TERMO DE CONSENTIMENTO	126

ANEXO 1 - FICHA DE AVALIAÇÃO CLÍNICA**IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE**

NOME:

IDADE:

SEXO:

PESO:

PROFISSÃO:

DATA DO ESTUDO:

ESTATURA:

FONE PARA CONTATO:

ANAMNESE DIRECIONADA**DIAGNÓSTICO:**cervicalgia D E dorsalgia D E

ESCALA ANALÓGICA VISUAL:

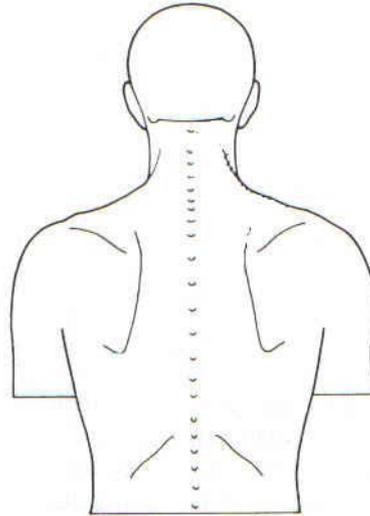
 DE ZERO A DEZ.

DURAÇÃO DA DOR:.....anos;.....meses;dias.

EXAMES RADIOLOGICOS E LABORATORIAIS RELATIVOS AO SEGMENTO EM ESTUDO:

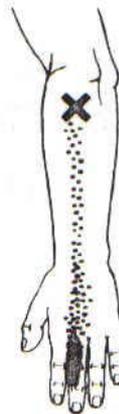
ANEXO 2 - DIAGRAMA DE DOR

Assinale na imagem abaixo com um **X** o(s) local(is) de maior dor.
Se a dor (ou desconforto) irradia (refere) para outra região, pinte com pontinhos vermelhos esta área.



Exemplo:

X no ponto de maior dor e pontinhos em área de dor ou desconforto referido.



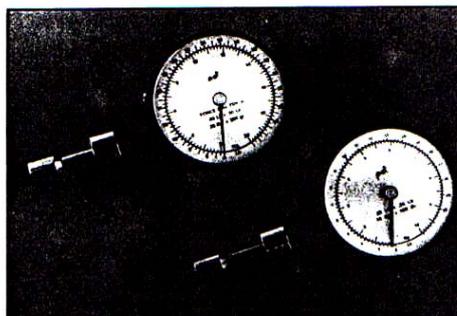
ANEXO 3 - MATERIAL DESCRITIVO DO ALGÔMETRO

PAIN DIAGNOSTIC INSTRUMENTS ***Description and Clinical Applications***

Pressure Threshold Meter (10kg range, with 0.1 kg divisions) is used for quantitative assessment of tenderness over hypersensitive areas. Pressure threshold (PTH) i.e. the minimum pressure which induces pain documents tender spots, trigger (TrPs) and tender points of fibromyalgia.

Clinical Use of Pressure Threshold Meter:

1. To prove to patients and health practitioner or insurance companies presence of pathology.
2. To diagnose and locate trigger and tender points.
3. To evaluate treatment results quantitatively, including medication, physiotherapy, TENS, manipulation. Results qualify for requirements of quantitative documentation by Joint Commission for Accreditation of Hospitals.
4. After TrP injection PTH usually increases by 3 kg. Failure to do so indicates that the point was missed and reinjection is indicated.
5. To document natural development of TrPs, setbacks or improvements. This is important in order to prove that recurrent pain is caused by TrP, usually not treated yet.
6. To document quantitatively improvement of pain originating in TrPs on follow ups. Results help to convince patient to continue with treatment program, and insurance companies to extend authorization for therapy.
7. For medicolegal documentation.



Pressure Tolerance Meter (20 kg range, with 0.2 kg divisions) measures pain-pressure *sensitivity* of muscle (deltoid) and shin bone over areas, which are *not hypersensitive*. The *maximum* tolerated pressure is assessed. Clinical use includes:

1. Quantitative assessment of *pain sensitivity*. Patients with *low pain tolerance* require special treatment approaches.
2. In persons with *high pain tolerance*, which is frequent in athletes, TrPs can be diagnosed only by relating threshold to their high tolerance.
3. Diagnosis of fibromyalgia (fibromyositis) can be quantified and effect of treatment evaluated.
4. The larger range of the tolerance meter is necessary for measurement of normo-sensitive tissue as control point.

Tissue Compliance Recorder Objectively and quantitatively records soft tissue consistency. Document objectively presence of tissue abnormality underlying and causing pathological tenderness — such as trigger points (taut bands), muscle spasm, inflammation, fibrositis.

Summary

- Pressure threshold and tolerance measurements provide unique information which is not obtainable by any other methods.
- Results were demonstrated to be valid and reliable.
- The diagnosis of fibromyalgia, trigger points, arthritis, can be qualified.
- The sensitivity indicating the activity of the condition can be documented.
- Tissue compliance provides objective quantitative documentation of tissue consistency alteration, which is diagnostic of muscle spasm, taut bands.

PLEASE SEE REVERSE SIDE FOR PRICES & ORDERING INFORMATION ►

ANEXO 4 - TERMÓGRAFO

Termógrafo utilizado no experimento:



Marca ELETROPHYSICS, modelo PV320T, com sensibilidade térmica de 0,08 graus, faixa espectral de 7 a 12 micrômetros e erro máximo *full scale* de 2 %.

ANEXO 5 - TERMO DE CONSENTIMENTO

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFID

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto:

TERMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NA IDENTIFICAÇÃO DE *TRIGGER POINTS* MIOFASCIAIS

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar de um estudo fará uma avaliação objetiva de sua dor na região das costas (pontos gatilhos de dor). Serão previamente marcados a data e horário para seu exame físico com a Dra Luciane Balbinot na clínica Suportemed, onde serão usadas o Algômetro de Pressão (dolorímetro) e coletadas fotografias de suas costas (local de dor) com 01 câmara digital e com o Termógrafo.

Também será apresentado um questionário sobre as características de sua dor que inclui perguntas como tempo de dor, intensidade, tratamento já realizados para esta dor. Não é obrigatório responder a todas as perguntas.

Os riscos destes procedimentos serão mínimos por envolver somente medições não-invasivas.

A sua identidade será preservada pois cada indivíduo será identificado por um número.

Os benefícios e vantagens em participar deste estudo serão o auto-conhecimento sobre sua dor e orientação a um tratamento mais eficaz.

Os profissionais que estarão te acompanhando serão a própria médica fisiatra, a fisioterapeuta da clínica, Taise Dallagnol, o engenheiro eletricista especialista em termografia, Dr. Luis Rosa Vieira e a secretária Karen Dias. O professor responsável por esta pesquisa é o Prof Aluisio Otavio Ávila.

O(a) senhor(a) poderá se retirar do estudo a qualquer momento.

Solicitamos a vossa autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Agradecemos a vossa participação e colaboração.

CONTATO : Luciane Fachin Balbinot – Médica Fisiatra - Aluna do Mestrado UDESC
Fone: 51 3028331 e 51 91142782
Endereço: Av Borges de Medeiros, 453/114 Porto Alegre - RS

Professor responsável: Aluisio Otavio Ávila
Fone: 51 35871477
Endereço: Rua Araxá, 750 - Bairro Ideal - 93334-000 - Novo Hamburgo

ANEXO 6 - COMPLEMENTO AO TERMO DE CONSENTIMENTO**TERMO DE CONSENTIMENTO**

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão feitas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso

_____ .

Assinatura _____ Porto Alegre, ____/____/2006.